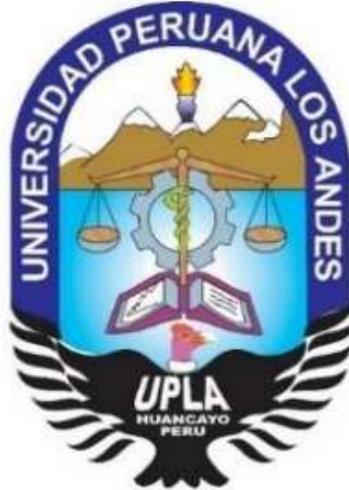


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN
SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA
SUB RASANTE**

PRESENTADO POR:

BACH. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMÁN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD: TRANSPORTE Y URBANISMO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD: TRANSPORTES

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2019

JURADOS DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Dr. Ruben Dario Tapia Silguera
Presidente

Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta
Miembro

Ing. Julio Fredy Porras Mayta
Miembro

Ing. Alcides Luis Fabian Brañez
Miembro

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario docente

Ing. Yina Milagro Ninahuanca Zavala
Asesor

DEDICATORIA

La presenta tesis la dedico a mis queridos padres Rosa y Virgilio, hermanos: Josué y Max, por su apoyo, preocupación constante y por creer siempre en mí.

A mi novio Roel, por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

Angela Andrea Briceño Guzmán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por estar conmigo y guiarme en cada paso que doy.

Así mismo al Ing. Dionisio Milla Simón, asesor de mi tesis por compartir sus conocimientos para la elaboración de este presente trabajo.

Ángela Andrea Briceño Guzmán

INDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	vi
TABLAS	viii
FIGURAS	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPITULO I	15
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Formulación del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos:	18
1.3. Justificación.....	18
1.3.1. Justificación práctica	18
1.3.2. Justificación metodológica	18
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Delimitación espacial	19
1.4.2. Delimitación temporal	19
1.4.3. Delimitación económica	19
1.5 Limitaciones	19
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo general.....	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
CAPITULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. Antecedentes nacionales	21
2.1.2. Antecedentes internacionales	26
2.2. Marco conceptual	30
2.3. Definición de Términos	43
2.4. Hipótesis	44
2.4.1. Hipótesis general	44
2.4.2. Hipótesis específicas	44
2.5. Variables	45

2.5.1. Definición conceptual de las variables	45
2.5.2. Definición operacional de las variables	45
2.5.3. Operacionalización de las variables	46
CAPITULO III	47
METODOLOGÍA	47
3.1. Método de investigación	47
3.2. Tipo de investigación	47
3.3. Nivel de investigación	47
3.4. Diseño de la investigación	48
3.5. Población y muestra	49
3.5.1. Población	49
3.5.2. Muestra	49
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
3.6.1. Recolección de información	51
3.7. Procesamiento de la información	53
3.8. Técnicas y análisis de datos	53
CAPITULO IV	54
RESULTADOS	54
4.1. Resultados de la densidad	54
4.2. Resultados del valor de soporte	59
4.3. Resultados de la plasticidad	65
CAPITULO V	75
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	83

TABLAS

Tabla 1. Cálculo del índice del CBR	36
Tabla 2. Valores de carga unitaria	37
Tabla 3. Clasificación típica para el uso de diferentes materiales	38
Tabla 4. Categorías de Subrasante	40
Tabla 5. Operacionalización de las variables.	46
Tabla 6. Diseño cuasiexperimental con posprueba.	49
Tabla 7. Puntos de investigación.	50
Tabla 8. Ensayos de laboratorio y normativa vigente.	52
Tabla 9. Técnicas para el análisis de datos.	53
Tabla 10. Resultados del ensayo de próctor modificado del suelo estabilizado.....	54
Tabla 11. Resultados del Ensayo de CBR.	60
Tabla 12. Resultados de expansión de los ensayos de compactación del suelo estabilizado con aditivo.	64
Tabla 13. Resultados de ensayos de límites de consistencia de suelos estabilizados con aditivo.	65
Tabla 14. t de Student para diferencia entre las propiedades físicas en suelos arcillosos.....	74

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del sector del Proyecto	17
Figura 2. Forma de las arcillas	33
Figura 3. Límite de consistencia	35
Figura 4. Adaptado de proceso para la Identificación del Tipo del suelo.	41
Figura 5. Adaptado de proceso de selección del tipo de estabilización	42
Figura 6. Curvas de compactación de suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-01	55
Figura 7. Curvas de compactación de suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-02	56
Figura 8. Curvas de compactación de suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-03	57
Figura 9. Variación de MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-01	58
Figura 10. Variación de MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-02	58
Figura 11. Variación de MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-03	59
Figura 12. Variación de CBR al 95% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-01	60
Figura 13. Variación de CBR al 95% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-02	61
Figura 14. Variación de CBR al 95% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-03.....	62
Figura 15. Variación de CBR al 100% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-01	62
Figura 16. Variación de CBR al 100% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-02.....	63
Figura 17. Variación de CBR al 100% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-03	64
Figura 18. Variación de límites de consistencia con el aditivo de la calicata C-01... ..	66
Figura 19. Variación del índice de plasticidad con el aditivo de la calicata C-01	66

Figura 20. Variación de límites de consistencia con el aditivo de la calicata C-02	67
Figura 21. Variación del índice de plasticidad con el aditivo de la calicata C-02	68
Figura 22. Variación de límites de consistencia con el aditivo de la calicata C-03 ..	68
Figura 23. Variación del índice de plasticidad con el aditivo de la calicata C-03	69
Figura 24. Variación de las máximas densidades secas de los suelos estabilizados con aditivo	70
Figura 25. Resultados de suelo natural vs. CBR máximos obtenidos del suelo estabilizado 1:7	71
Figura 26. Resultados de índice de plasticidad mínimos obtenidos del suelo estabilizado 1:7 vs. suelo natural	72

RESUMEN

La investigación planteó como problema general: ¿Cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019? Consideró como objetivo general determinar cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante. La hipótesis planteada fue que la aplicación del aditivo Per Compact Plus mejora las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019. El método general aplicado fue el método científico, fue una investigación aplicada, de nivel explicativo con un diseño cuasi experimental. Como técnica de recolección de datos consideró a la observación tanto en campo y laboratorio y como instrumento el análisis documental. La población estuvo conformada por suelos arcillosos de los estratos identificados de la sub rasante de las 03 calicatas y las muestras para la realización de los ensayos para la densidad, valor de soporte y plasticidad de suelo natural fue 60 kg por cada calicata, para suelo estabilizado con aditivo 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ de 150 kg por cada calicata, haciendo un total de 210 kg de muestra por cada calicata. El estudio concluye que la aplicación del aditivo Per Compact Plus aumenta la máxima densidad seca con cada dosificación del aditivo, incrementa el valor de soporte y disminuye la plasticidad. La presente investigación es importante ya que constituye una alternativa de solución a los problemas que aquejan en las obras de ingeniería de proyectos viales cuando se encuentran con suelos arcillosos a nivel de subrasante, ya que estos tipos de suelos presentan un bajo valor de soporte considerados como materiales no aptos para las capas de la subrasante, por lo que es importante evaluar las alternativas de estabilización con el fin de mejorar las propiedades del suelo y que estas sean duraderas en el tiempo con un buen nivel de calidad.

Palabras clave: Aditivo Per Compact Plus, suelos arcillosos, estabilización de la sub rasante

ABSTRACT

The research raised as a general problem: What is the result of the application of the Per Compact Plus additive in clay soils for the stabilization of the sub-grade of Parra del Riego street, Sapallanga - Huancayo, 2019? The general objective was to evaluate the result of the application of the Per Compact Plus additive in clay soils for the stabilization of the subgrade. The hypothesis put forward was that the application of the Per Compact Plus additive improves the physical properties in clay soils for the stabilization of the sub-grade of Parra del Riego Street, Sapallanga - Huancayo, 2019. The general method applied was the scientific method, it was a applied research, explanatory level with a quasi-experimental design. As a data collection technique, he considered field observation and laboratory observation and the technical sheet as an instrument. The population was made up of clayey soils from the strata identified from the subgrade of the 03 pits and the samples to carry out the tests for the density, support value and plasticity of natural soil were 60 kg for each pits, for stabilized soil with additive 16 L / m³, 18 L / m³ and 21 L / m³ of 150 kg for each pot. The study concludes that the application of the Per Compact Plus additive results in the improvement of the physical properties, since it inhibits the expansive properties of the identified clay soils in order to stabilize them. This research is important since it constitutes an alternative solution to the problems that affect road project engineering works when they encounter clayey soils at the subgrade level, since these types of soils have a low support value considered as materials. not suitable for the subgrade layers, so it is important to evaluate the stabilization alternatives in order to improve the properties of the soil and that they are durable over time.

Keywords: Per Compact Plus Additive, clay soils, subgrade stabilization

INTRODUCCION

La estabilización de suelos se establece como un proceso de mejoramiento de las particularidades físicas de un suelo, ello por medio de la aplicación de procedimientos de naturaleza mecánica y el empleo adecuado de insumos naturales, químicos y sintéticos. Estos procedimientos se llevan a cabo habitualmente en suelos de tipo subrasante inadecuado o pobre, o también denominadas como estabilizaciones de suelo asfalto, cal o cemento, y entre otros productos heterogéneos. Dada sus tipologías variadas, existen distintas técnicas para llevar a cabo este procedimiento; y que van desde la agregación de otro suelo hasta la integración de uno o más elementos de características estabilizantes; esto con el propósito de dotar a estos suelos de la resistencia mecánica adecuada y que tales propiedades permanezcan en el tiempo.

Por otro lado, se tiene que el aditivo Per Compact Plus cambia las propiedades del suelo convirtiéndolos en otro endurecido, aportando ventajas adicionales a la estabilización tradicional de suelos.

En ese sentido, la presente investigación pretende contribuir a la búsqueda de solución que aquejan las obras de ingeniería de proyectos viales cuando se encuentran con suelos arcillosos a nivel de subrasante, estos tipos de suelos presentan un bajo valor de soporte considerados como materiales no aptos para las capas de la subrasante, por el cual es materia de un estudio especial evaluar las alternativas de estabilización con el fin de mejorar las propiedades del suelo y que estas sean duraderas en el tiempo con un buen nivel de calidad.. Ante esto se busca determinar cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en las propiedades físicas a través de procedimientos mecánicos de los suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante.

Razón por lo cual, se planteó como problema general: ¿Cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante de la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019? Consideró como objetivo general determinar cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante.

El estudio concluyó que la aplicación del aditivo Per Compact Plus mejora las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019. ($p < 0.05$)

El presente trabajo de investigación se estructura de la siguiente manera:

En el CAPÍTULO I, se delimita el problema de la investigación, asimismo se expone acerca del planteamiento del problema, la formulación del problema, la justificación de la investigación, sus delimitaciones respectivas, las limitaciones y los objetivos que persigue la presente investigación.

En el CAPÍTULO II, se desarrolla el marco teórico el cual viene a estar conformado por los antecedentes de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, el planteamiento de la hipótesis y las variables de estudio.

En el CAPÍTULO III, se define la metodología que se llevara a cabo en todo el proceso de investigación; particularmente se expone el método de investigación, el tipo, nivel y el diseño de investigación. También se señala la población y la muestra, se detallan las técnicas e instrumentos de investigación para la debida recolección de datos, el procesamiento de información y las técnicas y análisis de datos a utilizar.

En el CAPÍTULO IV, se presentan los resultados obtenidos y que están presentados en tablas y gráficos estadísticos.

En el CAPÍTULO V pasamos a discutir los resultados, exponiendo el análisis y discusión de los resultados obtenidos.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Angela Andrea Briceño Guzmán

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel latinoamericano existe una preocupación con respecto a la interconectividad entre los pueblos. El problema radica en la variedad geográfica y los presupuestos económicos con los que se dispone para la construcción de las carreteras.

Así, el Banco de Desarrollo de América Latina (2019) propone una secuencia de decisiones para paliar y prevenir los daños que ocasiona los fenómenos naturales en las carreteras de América, además de efectivizar las inversiones de infraestructura.

Por otra parte, debe señalarse que, en América Latina, los Estados invierten poco en la calidad de los medios de transporte. En consecuencia, no hay dinero para nuevas obras viales, las carreteras o caminos se encuentran en pésimas condiciones.

A nivel nacional se identifica una brecha de infraestructura aproximada de US\$ 159,549 millones, cifra la cual fue proyectada en el Plan Nacional de Infraestructura por la Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional. (AFIN, 2017), la cual considera un conjunto periodos que desde el año 2016 hasta el año 2025 como proyectado. En este documento se señala que entre los periodos 2011 y 2015, el Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC) habría incrementado la red vial nacional (RVN) de 23,319 km a 26,436 km, de la misma forma se habría incrementado la red pavimentada, de 13,640 km a 18,420 km. A pesar de que esto significó un incremento del 10% de la RVN, no fue suficiente para alcanzar lo estimado por la MTC, el cual planteaba una meta del 80% como porcentaje de ampliación.

Asimismo, en cuanto a los avances de pavimentación de las redes departamental y vecinal alcanzaron tan solo un 9.7% y un 1.7% de sus totales correspondientes. Y, dado que ambas redes viales constituyen el 84% del Sistema Nacional de carreteras (Sinac), el porcentaje total pavimentado alcanzó únicamente un 13.7%. Además, respecto al nivel de calidad de las carreteras, categoría que fue evaluada por el Índice de Competitividad Global

en los periodos 2015-2016, se observó un descenso importante de posiciones respecto a años pasados, ya que el país descendió 19 puestos en dicha categoría. Cabe señalar que este reporte anual es realizado por Foro Económico Mundial. (AFIN, 2017)

Considerando que la problemática se centra en la falta de calidad en las obras de infraestructura vial, es importante analizar el elemento denominado subrasante.

La subrasante se establece como aquella capa que tiene la función de resistir todo el paquete estructural de un pavimento o afirmado, y su alcance comprende hasta cierto nivel de profundidad en la que no sea vea comprometida la carga que corresponde al tránsito previsto. Entre mejor calidad se tenga en esta capa, con la resistencia adecuada y que logre mantener sus propiedades bajo la acción del clima; el grosor del pavimento será más reducido, en consecuencia, devendrá en un ahorro en costos sin mermar el nivel de calidad.

Pero por una serie de factores la subrasante no cumple con esos estándares, razón por lo cual existe la necesidad de mejorarla, es decir estabilizarla a fin de corregir esas deficiencias y obtener una mayor resistencia del terreno o bien disminuir su plasticidad.

En la provincia de Huancayo, la presencia de suelos arcillosos es una constante, como es el caso de la calle Parra del Riego del distrito de Sapallanga (Figura 1), a causa de su bajo valor de soporte hace que se categoricen en una sub rasante pobre o sub rasante inadecuada, por lo cual debe ser materia de un estudio especial.

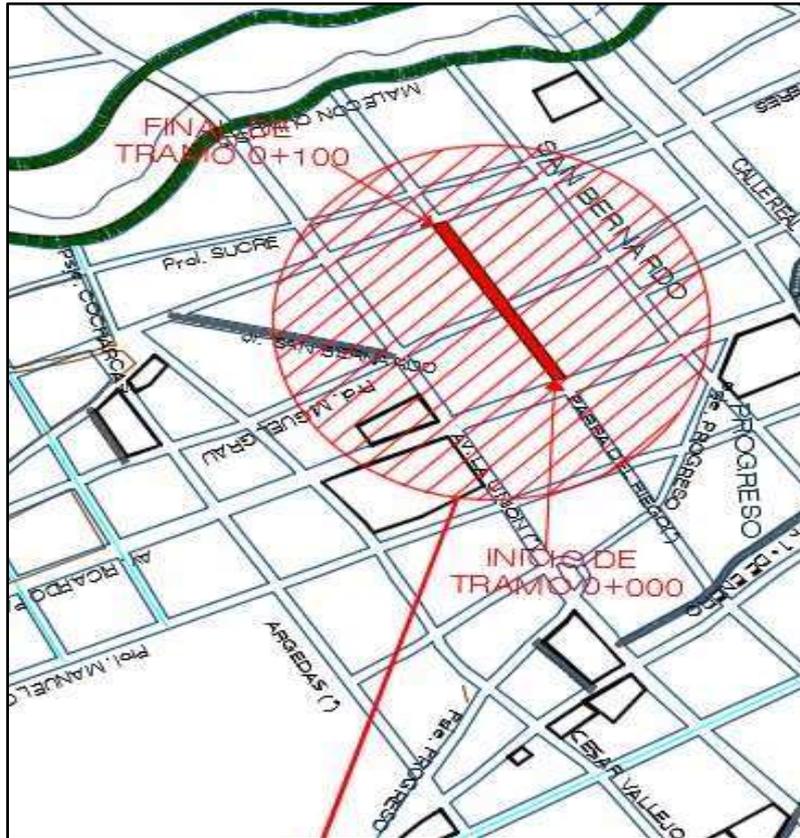


Figura 1. Ubicación del sector del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

En ese contexto la presente investigación tuvo como motivación determinar cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

Teniendo en consideración que el aditivo Per Compact Plus dado a sus componentes copolímeros naturales, biodegradables produce enlaces de tipo cementicio estable y duradero en el tiempo. Evitando importar materiales con que se ejecutan las sub rasantes y estabilizando directamente con el suelo existente. Razón por el cual se planteó la investigación bajo los siguientes criterios:

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019?

1.2.2. Problemas específicos:

- a) ¿Cuál es el efecto en la densidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019?
- b) ¿Cuál es el efecto en el valor de soporte con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019?
- c) ¿Cuál es el efecto en la plasticidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación práctica

La investigación es importante porque se alinea al estudio de las técnicas de estabilización de suelos arcillosos para controlar sus efectos dañinos en los pavimentos con respecto a su estabilización en los puntos críticos de la subrasante de la calle Parra del Riego, Sapallanga – Huancayo.

En ese sentido en su efecto práctico el estudio contribuye a la búsqueda de solución que aquejan las obras de ingeniería de proyectos viales cuando se encuentran con suelos arcillosos a nivel de subrasante, ya que este tipo de suelos presentan un bajo valor de soporte considerados como materiales no aptos para las capas de la subrasante, por el cual es materia de un estudio especial evaluar las alternativas de estabilización con el fin de mejorar las propiedades del suelo y que estas sean duraderas en el tiempo.

1.3.2. Justificación metodológica

La justificación metodológica del estudio se basó en el diseño de instrumentos de investigación que permitieron evaluar a profundidad cada una de las variables de estudio. Los mismos que tras ser validados mediante el criterio

de juicio de expertos y luego de haber analizado la confiabilidad de los mismos se aplicaron a cada uno de los elementos de la muestra. Lo cual representa un aporte importante para futuras investigaciones que tengan similares motivaciones investigativas al presente estudio.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación espacial

La presente investigación está delimitada por:

- Región : Junín
- Provincia : Huancayo
- Distrito : Sapallanga
- Calle : Parra del Riego

1.4.2. Delimitación temporal

El desarrollo de la investigación inició con la recolección de información desde noviembre del año 2018 hasta inicios de agosto del año 2019, esto incluye las tomas de muestras de la zona de estudio con previa autorización de los vecinos de la calle Parra del Riego, hasta la realización de los ensayos en laboratorio y evaluación de los resultados basándonos en los parámetros que exigen las normas.

1.4.3. Delimitación económica

La presente investigación fue financiada bajo recursos propios desde la obtención de las muestras, realización y certificación de los ensayos en laboratorio de las muestras de suelo natural y estabilizado.

1.5 Limitaciones

La presente investigación se limita a ver la variabilidad de los parámetros que presentan las propiedades fundamentales del suelo de sub rasante en la construcción de pavimentos, las cuales son: la densidad, valor de soporte y plasticidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante.

Respecto al tema de investigación a nivel nacional no se cuenta con información específica.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar cuál es el efecto en la densidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019
- b) Determinar cuál es el efecto en el valor de soporte con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.
- c) Determinar cuál es el efecto en la plasticidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

- a) Salas M. (2017) con la tesis titulada: “Estabilización de suelos con Adición de cemento y Aditivo Terrasil para el mejoramiento de la base del Km 11+000 al KM 9+000 de la Carretera Puno – Tiquillaca - Mañazo”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez.
- En los suelos de la cantera “Lumpoorcco” se han identificado las siguientes particularidades; existe un predominio de arenas bien graduadas con grava, clasificado como arena y suelos arenosos sucs (SW) y aashto (grupo A-3), cuenta con un I_p aproximado de 10.26% y una D_s aproximada de 1.65 gr/cm³, y un CBR al 39.58% de 100%, lo cual da indicios de un suelo de calidad mecánica regular, en atención a lo cual requiere de un mejoramiento de sus propiedades, de modo que se recomienda la aplicación de cemento y el aditivo terrasil para lograr un rendimiento adecuado de sus propiedades mecánicas, y que esté acorde a las disposiciones brindadas por el MTC.
 - El aditivo denominado terrasil, se presenta como una solución eficaz para la estabilización de suelos, dado que cuenta con un compuesto líquido enzimático natural, además de contar con propiedades biodegradables y no tóxicas. Cabe añadir que tiene una función catalizadora de degradación de materiales orgánicos en el suelo, asimismo es de alto rendimiento y bajo costo a comparación de otros aditivos y compuestos. Está de más mencionar que su compuesto es 100% natural y es compatible con el medio ambiente. Teniendo en cuenta estos requerimientos es que se añadió 5 gramos y 10 gramos por cada kilogramo de suelo, teniendo efectos positivos; respecto al índice plástico también se ha notado una mejoría dado que se alcanzó el valor de 6.74%, por su parte la densidad seca fue 1.99 gr/cm³ y el CBR de 61.37% al 100%, valores que sobrepasan lo recomendado por

el MTC. Se determinó que el cemento portland ASTM tipo IP y el aditivo modificador Terrasil son alternativas eficientes para ser empleados como estabilizadores de suelo; asimismo cabe mencionar que la combinación del cemento más la adición al 4% han arrojado valores muy positivos respecto a los sugeridos por el MTC, y finalmente el aditivo terrasil mas la adición de 10 gramos a cada Kg. de suelo presento mejores resultados a los recomendados por el MTC.

- Se identificó un incremento de la resistencia y el valor relativo de soporte, asimismo se evidencia un mejoramiento en los resultados arrojados por las pruebas CBR, manifestando un incremento del 200% con el material con aditivo en comparación del material sin aditivo.
 - Al trabajar con una mayor concentración de aditivo y con 72 horas de secado antes de la colocación en la poza de curado se pudo evidenciar resultados óptimos.
- b) Castillo B. (2018) con la tesis titulada: “Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte.
- Tras una cantidad considerable de ensayos para evaluar el efecto del aditivo PROES, se determinó su eficiencia en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo, con una dosificación de 0.27 L/m³ de aditivo líquido y 45 Kg/m³ de cemento Portland, que la capacidad de soporte aumento significativamente. Esto se vio evidenciado en tres áreas específicas de la carretera donde el suelo presentaba características inadecuadas; en cada punto se añadió el aditivo PROES, de tal forma que el CBR del suelo del Km 2+500 aumentó del 6.90% al 109.80%, del Km 5+500 pasó de 7.57% a 116.40%, y del Km 8+500 aumentó de 7.54% a 114.28%, de esta manera se demostró que la aplicación del aditivo PROES mejoro en 15 veces la CBR del suelo; además, tuvo un impacto positivo en los costos de elaboración de la carretera, pues haciendo una comparativa el costo por kilómetro de pavimento sin aditivo es de S/ 436,465.92, por su parte, haciendo una

aplicación del aditivo más el cemento Portland el costo viene a ser de S/ 368,487.90. En conclusión, existe una reducción de costos de hasta el 15.57% en comparación a un pavimento que no utiliza el aditivo PROES.

- De los ensayos de Proctor Modificado, el parámetro de estado referido a la densidad seca máxima arrojó un resultado entre 1.365 gr/cm³ a 1.720 gr/cm³, ello bajo un 14% a 20% de humedad óptima; con la agregación del aditivo PROES se manejó una densidad seca máxima que oscila entre 1.523 gr/cm³ a 1.881 gr/cm³, ello bajo un 16% a 22.9% de humedad óptima, resultados que se establecen como parámetros ideales para obtener las propiedades óptimas pretendidas.

Artículos científicos

- c). El Artículo de Castello (2019) titulada: “Estudio experimental del comportamiento geotécnico de suelo arenoso con ceniza de madera y carbón proveniente de ladrilleras artesanales”, presentada en la Universidad de Ciencias Aplicadas, determinó las siguientes conclusiones:
 - Al analizar los parámetros geotécnicos de cohesión y ángulo de fricción, la mezcla con presencia de 10% ceniza en relación al peso seco, muestra valores favorables en comparación con el suelo puro para los diferentes niveles de confinamiento principalmente en esfuerzos de confinamientos menores.
 - Además, se pudo observar que las muestras de suelo-ceniza manifiestan mayores valores en términos de esfuerzo cortante en bajos confinamientos; no obstante, en tanto el confinamiento va incrementando su valor de esfuerzo cortante se equipara con el suelo puro, ello debido a que existe una formación de cristales a medida que el suelo-ceniza reacciona, provocando que el compuesto sea más resistente a esfuerzos cortantes; de modo que, al ser sometido a esfuerzos de 4kg/cm² por ejemplo, acaban por romper las formaciones de cristales. Es necesario mencionar que el proceso de cristalización de geles no finaliza con 7 días de cura, en efecto, su resistencia mecánica sigue aumentando, aunque de manera lenta.

Se debe de utilizar la ceniza como adiconante estabilizador de suelos arenosos si existe una demanda que precise de cargas pequeñas a medianas, como los aplicativos que son utilizados en subrasantes y circuitos de bajo a mediano tránsito, así como también en edificios dependiendo de la carga a la que será sometido el terreno; es importante resaltar que para tales fines será necesaria la realización de ensayos adicionales que respeten el objetivo de dar directamente una aplicación a la mezcla de suelo-ceniza al 10% de su peso ya que este punto escapa del alcance de la presente investigación, como por ejemplo examinar los valores arrojados de CBR cuando el suelo integra la estructura de un pavimento. Se debe tener en cuenta que las mezclas de suelo-ceniza ensayadas en los ensayos de resistencia son curadas a solo 7 días por lo que se debe analizar el efecto estabilizador en tiempos de cura prolongados en posteriores investigaciones y así comprender mejor el comportamiento.

Es necesario realizar estudios químicos que complementen los ensayos físicos realizados en la investigación para entender a mayor detalle las reacciones producidas en las partículas de suelo y ceniza al ser hidratadas, así como determinar su composición y los cambios que se generan; es importante mencionar que en anteriores investigaciones los suelos arcillosos requirieron una cantidad superior de ceniza y no solo el 10% en relación al peso seco como resultó en la presente investigación para suelo arenoso, esto puede deberse a la composición química de la ceniza, la cual posiblemente contiene alto contenido de silicatos, aluminatos y óxido de calcio, compuestos que participan en la reacción puzolánica, siendo que la cal actúa como agente activador para que se produzca esta reacción.

- d) El artículo de Duran (2019) titulada: “Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimento”, presentada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, determinó las siguientes conclusiones:
- Del ensayo de caracterización química mediante la difracción de rayos X, se tiene que la arcilla presenta estructuras cristalinas

correspondientes al cuarzo y a la oligoclasa, ambos de baja plasticidad, lo cual se verificó con los ensayos de límites de consistencia. De la misma manera, la muestra de ceniza estudiada presenta características puzolánicas, ya que posee SiO₂ en forma de cuarzo. Además, posee una cantidad considerable de estructura amorfa, lo que facilita la reactividad de la ceniza en contacto con la arcilla.

- Determinamos que es viable el empleo de CFLA como estabilizador de la arcilla extraída de la periferia norte de la ciudad de Lima y su uso en el mejoramiento de subrasantes para pavimentos, puesto que conforme se aumentó la presencia de ceniza, la muestra de arcilla natural elevó su CBR de 2.2% hasta alcanzar un porcentaje del 9.5% correspondiente a la adición de 20% de CFLA. No obstante, para porcentajes de ceniza mayores a 20% el valor del CBR comienza a decrecer. Por lo tanto, se establece que para este tipo de suelo el porcentaje de ceniza óptimo para alcanzar el mejor comportamiento mecánico está alrededor de 20%. Asimismo, los resultados obtenidos del ensayo CBR sumergido también indican un descenso en la expansión de la muestra. Este valor decrece de 4.6% para la muestra sin adicionar hasta un valor de 1.1% para un porcentaje de 20% de CFLA. Sin embargo, al adicionar un porcentaje mayor de ceniza, el valor de la expansión aumenta y, finalmente, disminuye para un porcentaje de 40% de CFLA, alcanzando un valor de 0.74%.
- El uso de estos residuos para fines ingenieriles se convierte en una alternativa viable para agregar valor a la ceniza y se considerada como opción de disposición final ambientalmente adecuada. Por otro lado, la estandarización de las cenizas generadas durante la quema de carbón y madera en las ladrilleras artesanales permitiría obtener un material con características químicas y físicas constantes de tal manera que este producto podría ser considerado de uso estándar en diversos proyectos de estabilización de suelos que carecen de las propiedades mecánicas especificadas. Esta estandarización debe ser promovida por el Estado a través de programas de apoyo a las empresas que producen ladrillos artesanales, capacitándolas e incentivando la

modernización de su instalación a través de políticas de incentivos tributarios o préstamos de organismos internacionales.

2.1.2. Antecedentes internacionales

- a) Gavilanes E. (2015), en la investigación titulada “Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba barrio Colinas del Sur”, para optar el título de ingeniero civil por la Universidad Internacional del Ecuador.
- El lugar en donde se realiza la obra vial cuenta con material de sub-rasante un tipo de suelo de características limo arenoso, de color claro café y pómez, de tal forma que, acatando la normativa internacional de estabilización de suelos y partiendo de los ensayos realizados, se propone realizar una estabilización de suelo con cemento.
 - El índice de plasticidad (Ip) en todo tipo de se suelo estabilizado con cemento se reduce en relación con el suelo natural.
 - El suelo del lugar es viable para realizar una estabilización ya que la relación entre el porcentaje que pasa en la malla n°40 y la malla n°200 no es mayor a 0.65; específicamente el resultado rodea el 0.632 lo cual indica un valor conveniente.
 - Existe una similitud entre las características compactación para suelos estabilizados con cemento o naturales, ello a causa de una reducción en el contenido óptimo de la humedad y un aumento en la densidad seca máxima.
 - El uso de cemento para la estabilización de suelos resulta ser favorable en la reducción de costos de construcción, debido a que, al realizar un dimensionamiento de la estructura de rodadura, se alcanza una disminución del espesor de la estructura de rodadura, ya sea asfalto u hormigón rígido, ello en correspondencia a su estado natural.
- b) La tesis de Bustamante (2016) titulada: “Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil”, para optar el título de Máster en Ingeniería en Viabilidad y Transportes por Universidad de Cuenca concluyó que:

- En un escenario haciendo uso de la geomalla, se alcanzó el mayor nivel de rigidez en la estructura, ello en relación a otros escenarios, asimismo su valor está dado por el módulo de elasticidad longitudinal (Módulo de Young). Sin embargo, al momento de alcanzar la carga máxima se evidencio una falla inmediata. Se contempla que este resultado se dio a causa de las aberturas continuas que posee la geomalla, lo que ocasiono una mezcla de los materiales de la base y la subrasante según se pudo observar en la muestra de ensayo. En síntesis, se identificó que la geomalla no es suficiente para la separación adecuada de ambos materiales, lo cual tuvo resultado que se llegara antes a la falla.
- En vista de una comparativa entre los diagramas de carga/deformación en los distintos escenarios: reforzado con geomalla y reforzado con geotextil, se concluye que no existe una diferencia notable entre ambas curvas. Se contempla de esta manera que la colocación de una geomalla yuxtapuesta a una geotextil no impacta significativamente en la capacidad de reforzamiento o soporte en la estructura del pavimento, aun cuando se esperaba un mayor aumento en la rigidez. Por lo cual, se considera un sobregasto para el proyecto en cuestión, la colocación de una geomalla sobre una geotextil.
- La utilización de componentes geosintéticos en la interface capa base subrasante brinda una propiedad elástica a la armazón del pavimento, otorgando un alto nivel de deformación, pero compensando su forma original. En otros términos, no existen deformaciones constantes como es el caso del escenario con un régimen plástico. Ello se traslada en el módulo subrasante, teniendo en cuenta que el esfuerzo desviador se reduce en gran medida por la aplicación de geosintéticos.
- Respecto al esfuerzo de confinamiento del geotextil se observó que no existió mayor incidencia en la resistencia de la estructura de pavimento, en efecto, hasta puede manifestarse un plano de falla si se coloca un material que maneje un ángulo de fricción bajo. Asimismo, se observó un pequeño efecto de anclaje de las partículas granulares ubicadas en

la base, que accionaron los esfuerzos de tensión del geotextil. Ello limitó su deslave a través de la interface. Finalmente, solo se pudo observar el efecto de confinamiento de la geomalla, escenario en donde los esfuerzos fueron significativos.

Artículos científicos

- c) El artículo de Mendoza et. al.; (2018) titulada “Estudio del comportamiento de la Cal hidratada como estabilizante en arcilla altamente plástica en la aldea de Santa Rita de oriente, municipio de Santa Bárbara”, presentada en la National Autonomous University of Honduras. El cual concluye que:
- La arcilla bentonita al mezclarse con dosificación de 14,75 g/l de Cloruro de Sodio (NaCl), sal común, es capaz de absorber los cationes de Sodio y convertirse en dispersiva.
 - El aditivo Zeolita con dosificación del 5 % del volumen de suelo, neutraliza el fenómeno de la dispersividad de la arcilla bentonita.
El aditivo Zeolita no neutraliza el fenómeno de la dispersividad con una dosificación del 10% del volumen de suelo. Los autores consideran que ocurre un cambio de granulometría del suelo, lo cual influye sustancialmente en sus propiedades físicas y mecánicas.
- d) El artículo científico de Cáceres (2019) titulada: “Mejoramiento de Suelos Arcillosos por Medio de Procesos de Fusión en el Laboratorio”, presentada en la Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. El cual obtuvo como resultados:
- De acuerdo al ensayo de límites de Atterberg se establece que el comportamiento del suelo analizado tiende a mejorar con el aumento de la temperatura comportándose de manera lineal, sin embargo, se nota que el suelo con tratamiento térmico a 150 grados centígrados presenta un comportamiento diferente pasando de baja a alta Plasticidad.
 - La condición inicial del suelo evidencia que su resistencia natural es media, generando con esto sobrecostos en las edificaciones que se requieran construir sobre los suelos con estas consistencias; teniendo

en cuenta esto se evidencia que el tratamiento térmico mejora sus propiedades y por ende su capacidad portante.

- Las Microfábricas observadas dentro del análisis con el microscopio de barrido electrónico MEB dejan concluir que las muestras sufren un proceso de reducción en su relación de vacíos, se evidencia que inicialmente se presentan Láminas con presencia de poros dentro de la condición inicial sin embargo a medida que se genera el aumento de la temperatura la muestra se hace más densa presentando una Microfábrica nodular y turbostrática lo que hace que la muestra presente menos relaciones de vacíos y mayor resistencia al cortante; otra evidencia del mejoramiento con calentamiento que se le puede proporcionar a un suelo.
- e) El artículo de Ospina G. et. al., (2019) titulado: “Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero”. Contendida en la revista de Investigación y Desarrollo – Colombia concluye:
- Los resultados permiten concluir que la escoria de acería trabaja de mejor manera en materiales cohesivos, disminuyendo el índice de plasticidad hasta un 0% e incrementando el valor del CBR, en un 378.92%. Esto se debe a la buena adherencia entre los dos materiales.
 - La resistencia a la compresión de la mezcla de arcilla caolín y la escoria de acero, se reduce a medida que se incrementa la cantidad de escoria. Esto se podría deber a que la escoria aumenta la plasticidad de la arcilla, y al volver la mezcla más plástica, su resistencia a la compresión disminuye.
 - Se establece que la escoria de acero es un óptimo complemento en función de la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de una sub-rasante de arcilla caolinita.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Aditivo Per Compact Plus

Definición del aditivo Per Compact Plus

Este aditivo dado sus componentes ricos en copolímeros naturales, biodegradables produce enlaces de tipo cementicio que son estables y duraderos en el tiempo.

Estabilización de suelos arcillosos con el aditivo Per Compact Plus

El aditivo Per Compact Plus cambia las propiedades del suelo convirtiéndolos en otro endurecido, aportando ventajas adicionales a la estabilización tradicional de suelos.

Ver Anexo 11: Guía para la aplicación del aditivo Per Compact Plus

Aplicación modalidad supresor (Riego tópico),

A. Inicialmente se debe humectar o regar completamente la superficie a tratar con agua (el riego debe ser completo y leve, sin saturar la superficie; en el caso que se presente un exceso de agua, es necesario esperar a que se sequen las pozas de la superficie, y la saturación superficial)

B. Aplicación con efecto acumulativo.

Aplicar una dosis inicial de 2 litros x m² de aditivo Per Compact Plus en dos etapas, el sector a tratar se debe homogenizar con el producto en una dilución de 1:12.

1º Dosis de 1 litro x m² luego esperar a que seque al tacto 1 a 2 horas

2º Dosis de 1 litro x m² la que secará en 1 a 2 horas.

El tiempo para la mantención recomendada será menor que siendo estabilizada, la aplicación para el aditivo Per Compact Plus una dosis de 0,5 litro x m², en una dilución de 1:12 del Per Compact Plus y agua.

Se recomienda realizar estas aplicaciones en época de NO LLUVIAS.

Observación general:

Para la modalidad de Supresor, y en la primera aplicación (Homogenización de suelo) se recomienda una dosis media de aplicación total optima de 2 Per Compact Plus l/m². Esta cantidad es

apropiada para la mayoría de los suelos, no obstante, en suelos de características no plásticas o de I_p mínimo, o con finos muy bajos será necesario el aumentar la cantidad de aplicación. En el caso que se requiera más de una aplicación, este no debe ser sucesivo ya que es de efecto acumulativo y se debe esperar hasta que la aplicación inicial o previa, haya penetrado adecuadamente en la superficie.

En un escenario en el cual la superficie presente una pendiente longitudinal y que sea superior a 6%, será imprescindible que la dosis de aplicación sea completada en varias etapas con el fin de prevenir el derrame del producto.

En situaciones donde el aditivo deba ser aplicado en grandes superficies de trayecto, se sugiere realizar un segmento de prueba con la dosis especificada, y en concordancia a lo inspeccionado modificar la dosis para llevar a cabo correctamente el resto de la obra.

Nota importante; luego de aplicado y el aditivo, se haya complementado en su totalidad, conseguido la carpeta de rodado exigida, se debe evaluar mantenciones según las variables del suelo estabilizado, variables climáticas, tipo y volumen de tráfico, ubicación o zona geográfica.

El aditivo Per Compact Plus mencionado en este documento son de efecto acumulativo y logrará su mayor efectividad de aglomerado según su periodo de secado y temperatura, es decir, a mayor temperatura luego de aplicado, mayor será su efectividad, por lo tanto, se sugiere la aplicación en días de calor o épocas de primavera o verano.

C. Aplicación modalidad estabilizado

Para la modalidad de aplicación del aditivo Per Compact Plus, evita importar los materiales con que se ejecuten las bases, sub-base y subrasantes, estabilizando directamente los suelos existentes mediante el desarrollo de los siguientes pasos:

A. Toma de muestra del suelo a tratar para análisis y ensayos en laboratorio (Granulometría, proctor, humedad óptima, límites). Se sugiere que se realicen ensayos previos INSITU, para optimizar la

dilución, rendimiento (dosis) con el objetivo de obtener los mejores resultados técnicos y económicos.

- B. Se escarifica con moto niveladora a la profundidad requerida (10,15,20 cm) en este caso recomendamos 15 cm.
- C. Se mezcla el aditivo Per Compact Plus con el agua incorporando al camión aljibes la cantidad requerida según humedad existente y variables dadas por el análisis del laboratorio para una dosis óptima de compactación.
- D. Se riega con la solución humectando el suelo hasta alcanzar la humedad óptima de compactación, procurando que el rendimiento mínimo sea de 2 litros/m².
- E. Se compacta en forma tradicional, mediante la utilización de un rodillo compactador.
- F. Luego de finalizado la compactación, la carpeta deberá ser humectada con la misma solución y con un rendimiento de 0.5 litros /m² para conseguir un sellado final.
- G. Se recomienda realizar estas aplicaciones en época de NO LLUVIAS.
- H. La mantención de la vía será mediante un riego tópico superficial, según lo especificado en la presente ficha técnica, aproximadamente cada 3 meses.

Apertura al tráfico

Para evitar pérdida de tracción y pérdida significativa del producto recién aplicado, en caminos o senderos recién estabilizados, se recomienda evitar el tráfico de vehículos por 2 a 3 horas de la aplicación. En trayectos que presenten fuertes pendientes longitudinales este lapso de tiempo debería de extenderse hasta un máximo de 4 horas.

Previamente confirmado su estado de quiebre (Secado).

2.2.2. Suelos Arcillosos

La arcilla es catalogada como un producto de origen natural, procedente del proceso de meteorización de las rocas, en donde sus partículas son generalmente de dimensiones inferiores a 2 μ . (Besoain, 1985, p.8)

En cuanto al mineral de arcilla se encuentra conformado principalmente por aluminosilicatos hidratados cristalinos, algunos de estos minerales con sustitución parcial o completa del aluminio por magnesio y hierro, asimismo, ocasionalmente incorporan como constituyentes a elementos alcalinotérreos o alcalinos. Es totalmente evidente que la caracterización de la arcilla depende en gran medida del nivel de complejidad y proporción de los elementos que la componen. Entre los varios factores que deben ser considerados están: la composición de los minerales de arcilla, la composición del material no arcilloso acompañante, la materia orgánica y la textura. (Besoain, 1985, p.9).

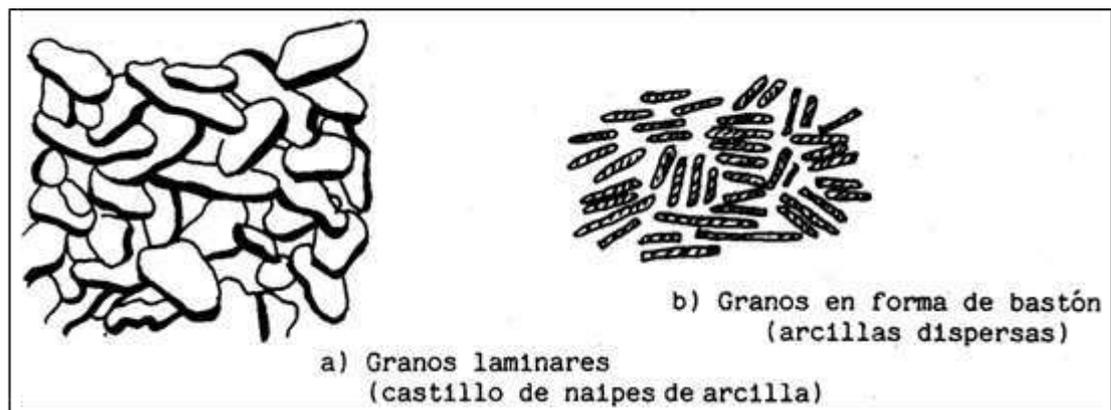


Figura 2. Forma de las arcillas

Fuente: Fratelli (1993)

Desde su composición química, la arcilla viene a ser un silicato de alúmina hidratado, asimismo en ciertas ocasiones suele estar compuesto por silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de este mineral es comúnmente de tipo cristalina y complicada, y sus átomos ordenados en forma laminar. (Crespo, 2004, p.25).

Los minerales de arcilla se pueden clasificar en tres grupos básicos:

El caolinitico.

Este tipo de arcilla está compuesta por una lámina alumínica y silícica las cuales están superpuestas de manera indefinida, asimismo cuenta con una unión entre sus retículas que impiden el acceso de moléculas de agua, ya que desarrollan una capa electrónicamente neutral.

El montmorilonítico.

Estos minerales están formados en base a una superposición indefinida de una lámina alumínica entre dos laminas silícicas, no obstante, presentan una unión bastante débil entre sus retículas, lo que facilita la penetración del agua. Este tipo de mineral de arcilla suelen expandirse en contacto con el agua, por lo cual se genera una inestabilidad.

El ilitico.

Este mineral de la arcilla es resultado del proceso de hidratación de las micas, asimismo, manifiesta un arreglo reticular semejante a los minerales montmorilonítico; este tipo de minerales tienden a la acumulación de grumos debido a la presencia de iones de potasio, lo que provoca una disminución del área descubierta al contacto con el agua, motivo por el cual no suelen ser tan expansivas.

Respecto a los suelos, la arcilla pasa la malla N°200 y cuenta con propiedades plásticas dependiendo del contenido de humedad, asimismo presenta una gran resistencia cuando presenta una condición seca. La arcilla se clasifica como un suelo de grano fino, o como la porción de grano fino de un suelo, con un índice de plasticidad (Ip) mayor o igual a 4%, y su posición dentro de un gráfico de índice plástico en comparativa de límite líquido cae sobre la línea "A". (NTP 339.134, 2014, p.11).

2.2.3. Plasticidad

La plasticidad es una propiedad que presentan los suelos para transformar su consistencia sin romperse ni agrietarse. (Jhosep Bowels, p.11)

Un suelo plástico dispone de un nivel humedad o contenido de humedad sobre el cual basa su plasticidad, asimismo este nivel de humedad definirá como mantiene su forma bajo secado. (NTP 339.129, 2014, p.10)

Para determinar la plasticidad se tiene que realizar la medición de los límites de consistencia de suelos de grano fino, este método ha sido diseñado por el

científico Albert Atterberg en 1911, personaje nacido en Suecia. Este método ensayístico es utilizado en diversos sistemas de clasificación en ingeniería, y su propósito es caracterizar y definir el comportamiento los suelos finos en base a sus fracciones de grano.

Para la realización de los ensayos la muestra en estudio pasa por un tamiz de N°40. El límite líquido (L.L.) se estima por medio de la realización de pruebas en las cuales se dispersa una parte de la muestra a estudiar, contenida en una copa de bronce la cual está distribuida en dos por medio de un ranurador, posteriormente permitiendo que fluya debido a caídas controladas de la copa de bronce en dispositivo de control. En cuanto al límite plástico (L.P.) se estima oprimiendo y enrollando de forma alternada a un hilo de 3.2mm de diámetro (1/4"), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ejercerse más presión y ni pueda ser reenrollado. Finalmente, el índice de plasticidad se establece como la diferencia entre el límite Líquido y el límite Plástico, de manera que, viene a ser el rango de contenido de humedad sobre el cual un suelo tiende a comportarse plásticamente. (NTP 339.129, 2014, p.10).

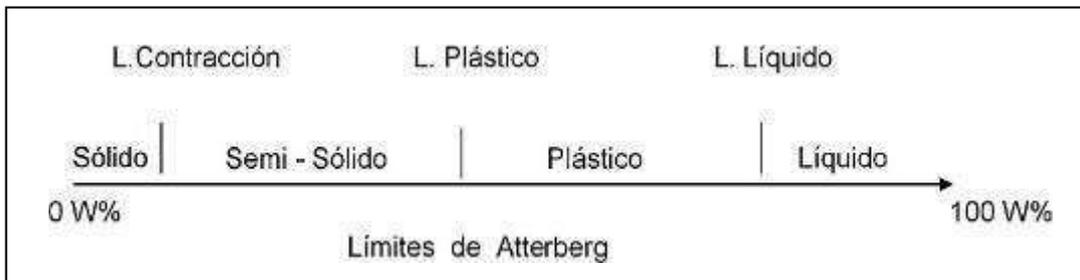


Figura 3. Límite de consistencia

Fuente: Crespo (2004)

Estos tres ensayos son regularmente utilizados, tanto de manera individual como en conjunto, como es el caso para determinar la clasificación de los suelos que se tiene que usar junto al análisis granulométrico.

2.2.4. Capacidad de soporte (CBR)

Para Hernández (2008), el propósito de la CBR es la determinación acerca de la capacidad de soporte de suelos y agregados compactados, proceso que debería ser llevado a cabo en un laboratorio, puesto que se necesita de una humedad óptima y niveles de compactación variados. Este ensayo se llevó a cabo por primera vez a cargo de la División de Carreteras de California en el año 1929, ello como un procedimiento de clasificación y evaluación de la capacidad de los suelos para ser empleados como material base en el alzamiento de aeropuertos y carreteras. En esencia, el ensayo determina la resistencia al corte de un suelo, ello en base a distintas condiciones asociadas a la densidad y humedad, permitiendo de esta manera la obtención de un valor en porcentaje de la relación de capacidad de soporte. El porcentaje CBR está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a cierta profundidad, ello expresado en un porcentaje (%) de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con la misma velocidad, en una probeta normalizada conformada por una muestra patrón de material triturado.

Tabla 1. *Cálculo del índice del CBR*

Fórmula de CBR	
$\% \text{ CBR} =$	$\frac{\text{CARGA UNITARIA DEL ENSAYO} * 100}{\text{CARGA UNITARIA PATRÒN}}$

Fuente: Braja (2010)

Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al porcentaje de presión efectuada por el pistón sobre el suelo, para una penetración definida, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en un modelo de muestra. (MTC, 2016, p.255).

Tabla 2. *Valores de carga unitaria*

Penetración		Carga patrón	carga unitaria	Carga estándar
mm	plg	Mpa	lb/plg ²	lb
2.50	0.10	6.90	1,000	3,000
5.00	0.20	10.30	1,500	4,500
7.50	0.30	13.00	1,900	5,700
10.00	0.40	16.00	2,300	6,100
12.70	0.50	18.00	2,600	7,800

Fuente: Bowels (2002)

El reporte de la relación de soporte para el suelo es habitualmente de 2.54mm (0.1") de penetración. En el caso que la relación a 5.08 mm (0.2") de penetración sea mayor, deberá repetirse el ensayo. Si posteriormente se sigue observando un resultado similar, deberá usarse la relación de soporte para 5.08mm (0,2") de penetración. (MTC, 2016 p. 255).

Para los ensayos de CBR primero la muestra pasa por el tamiz de 19.1mm (3/4") y lo que queda retenido no tiene que exceder del 20%, de la muestra preparada se separan 5 kg para cada molde de CBR, previo a esto se define la humedad óptima y la densidad máxima a través del ensayo de compactación seleccionado, normalmente se usan la energía del Proctor Estándar o Proctor Modificado con estos datos y determinando la humedad natural de la muestra se le agrega la cantidad de agua que requiera para lograr la humedad óptima, para colocar la muestra en los moldes se realiza dando 55, 26 y 12 golpes por capa. Antes de determinar la resistencia a la penetración las probetas serán sumergidas en agua durante 96 horas con la sobrecarga colocada, con el fin de simular las condiciones de trabajo más desfavorable. En ningún caso la sobrecarga total será menor de 4.54kg.

Durante este periodo de inmersión se tiene que tomar la expansión calculándose como un porcentaje de la altura del espécimen. Luego se

procede al ensayo de penetración colocándose una sobrecarga para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento.

Con el fin de determinar el índice de resistencia de los suelos, o también denominado como el valor de la relación de soporte o CBR, es necesario el uso de una prensa o máquina de comprensión para coaccionar la penetración del pistón en la muestra con una velocidad constante de 1,27mm (0,05") x min. Posteriormente se deben de tomar lecturas de la carga contra penetración a cada 0.025" (0.63mm) hasta llegar a un valor de 0.2" (5.08mm) a partir del cual se toman lecturas con incrementos de 0.1" (2.54mm) hasta obtener una penetración total de 0.5" (12.70mm).

El ensayo de CBR se realiza para evaluar la resistencia potencial o la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante, subbase y material de base.

Tabla 3. Clasificación típica para el uso de diferentes materiales

No CBR	Clasificación general	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre a Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-25	Bueno	Base; Sub- base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: Bowels (2002)

El número CBR es un índice de resistencia de un suelo. Un CBR < 6% en una subrasante indicará que el material tiene una capacidad de soporte muy pobre o inadecuada por lo que corresponde estabilizar los suelos o como el Ingeniero responsable determine la mejor alternativa de solución. Para la base

se busca un material granular drenante con $\text{CBR} \geq 80\%$. En la subbase la capa puede ser material granular con $\text{CBR} \geq 40\%$.

El pavimento es una estructura de varias capas construidas sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. (MTC, 2014, p.21).

2.2.5. Subrasante

La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. (MTC, 2014, p.20).

Los suelos por debajo del nivel superior de la sub rasante, en una profundidad no menor de 0.60m, deberán ser suelos adecuados y estables con $\text{CBR} \geq 6\%$. En caso de que el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante, tenga un $\text{CBR} < 6\%$ (subrasante pobre o subrasante inadecuada), corresponde estabilizar los suelos. (MTC, 2014, p.20).

Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocara encima. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo Proctor Modificado. (MTC, 2014, p.21). La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Proctor Modificado. (MTC EG, 2013, p.210).

La subrasante es importante porque es el fondo de las excavaciones en el terreno natural que va a soportar la estructura del pavimento y tiene que estar compuesta por suelos con características y propiedades adecuadas y sobre todo muy bien compactadas, con el propósito de que no se observe a futuro una afectación debido a la carga de diseño que proviene del tráfico.

2.2.6. Estabilización de suelos

Se establece como el proceso de mejora de las características y propiedades físicas de los suelos, ello a través de la aplicación de procedimientos mecánicos y productos químicos, sintéticos o naturales. El procedimiento de

estabilización se realiza habitualmente en los suelos de subrasante pobre o inadecuado, en este escenario son usualmente conocidos como estabilización de suelo asfalto, cal, cemento y entre otros productos. (MTC, 2014, p.92)

Consiste en dotar a los suelos la resistencia mecánica y que estas tengan permanencia de sus propiedades en el tiempo.

Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos Son considerados como materiales apropiados para las capas de subrasante de suelos aquellos que igualen o superen el índice CBR estimado en 6%. Tal y como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 4. Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Adaptado de Manual de Carreteras “Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos” (2014).

En el caso de presentarse una subrasante pobre o inadecuada, o presentarse zonas con características húmedas locales o áreas blandas, será necesaria la realización de un estudio especial para el proceso de estabilización del suelo, o en mejoramiento y reemplazo sea la circunstancia. Aquí, el Ingeniero encargado examinará distintas soluciones que podrían enmarcarse en el reemplazo del suelo de cimentación, un procedimiento de estabilización mecánica, estabilización con aditivos o productos, estabilización con geomallas o geotextiles, capas de arena, pedraplenes, elevación de la rasante o modificación del trazo vial si las alternativas anteriores resultan ser excesivamente costosas, entre otros. (MTC, 2014, p.92)

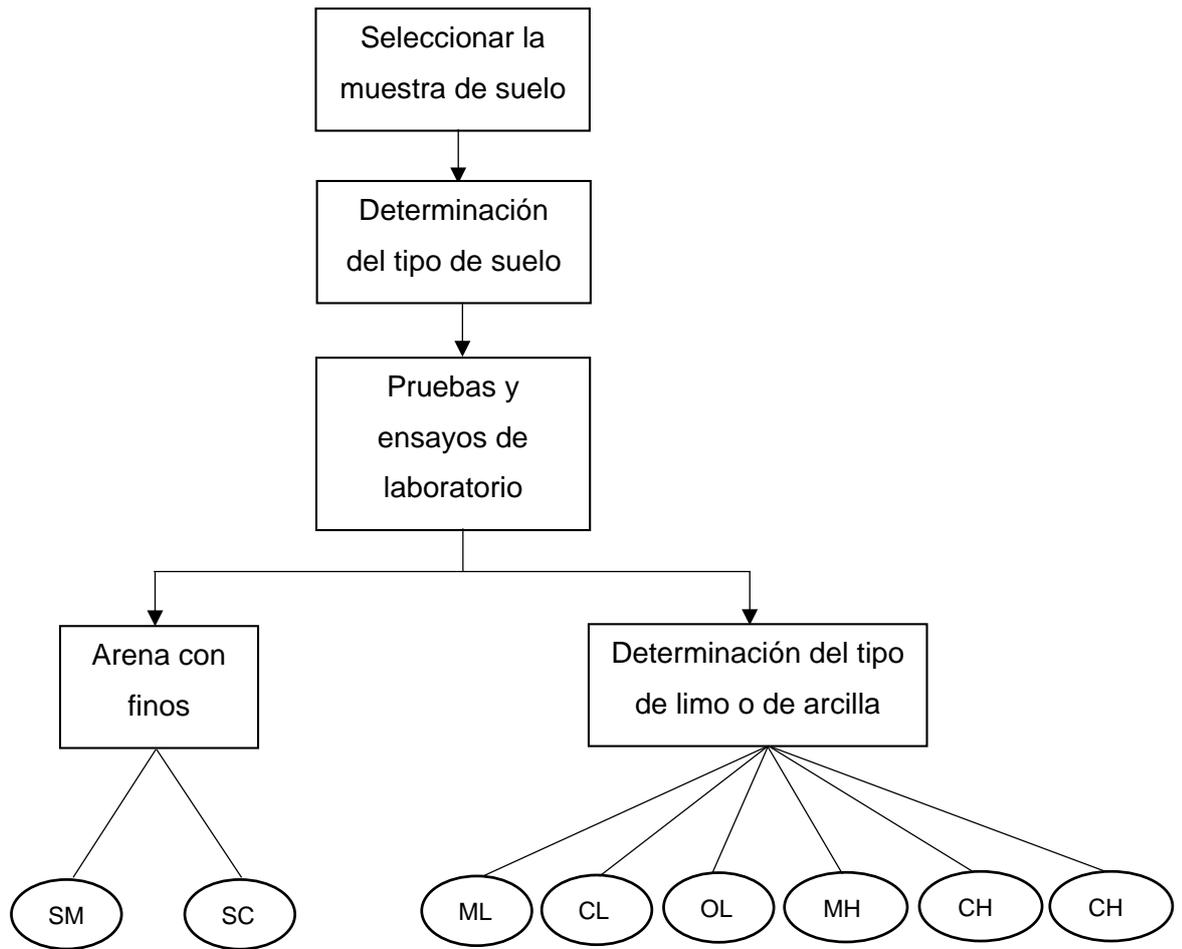


Figura 4. Adaptado de proceso para la Identificación del Tipo del suelo.

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2014.

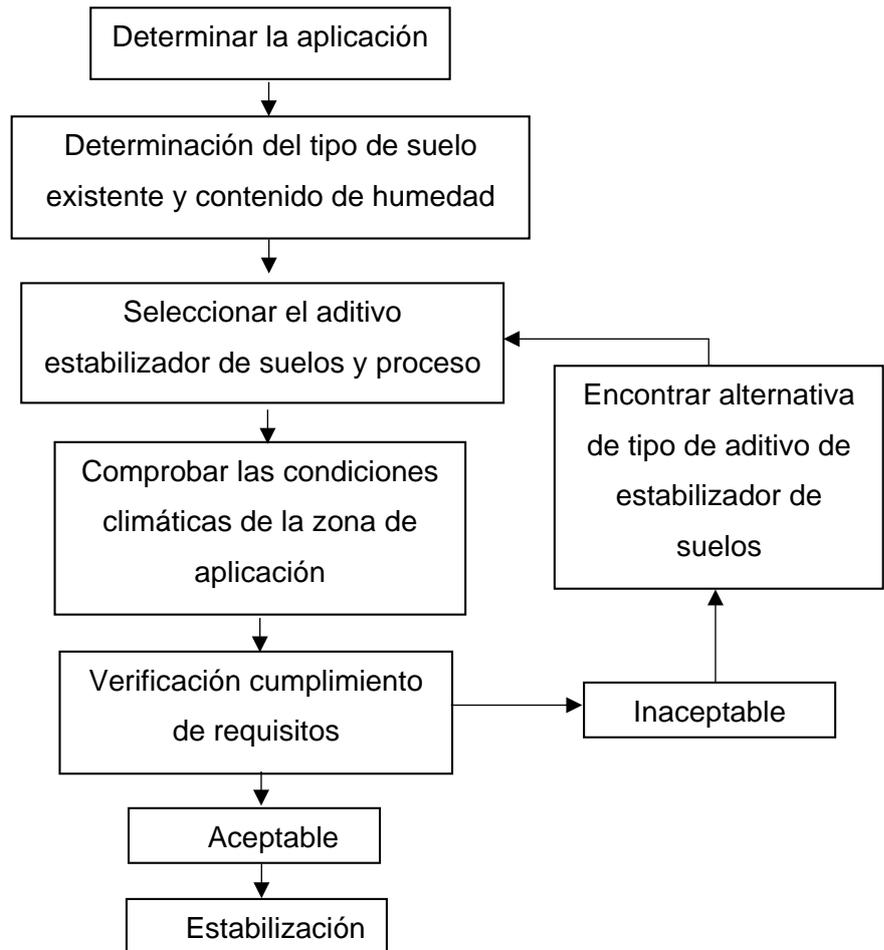


Figura 5. Adaptado de proceso de selección del tipo de estabilización

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2014.

Estabilización química

Respecto a este punto, La Norma Técnica de Estabilizadores Químicos MTC E 1109 – 2016, menciona que el procedimiento de estabilización química de suelos se basa en el suministro de un producto químico, usualmente denominado como un “estabilizador químico”; producto el cual se debe de mezclar de manera homogénea y específica con el suelo a atender, tomando en cuenta las consideraciones y recomendaciones técnicas propias del producto. El uso de un estabilizador químico a un suelo en tratamiento tiene como fin el traspaso de propiedades que permitan mejorar atributos de comportamiento, ya sea en un lapso de construcción y/o servicio. Estos productos son muy variados y van desde productos enzimáticos y polímeros hasta subproductos del petróleo; de modo que se resuelve la capacidad de

estos productos para mejorar el rendimiento y desempeño de las propiedades del suelo, acorde a distintas condiciones y tipos de suelo.

2.3. Definición de Términos

- **Aditivo**

Es un producto que introducido en el suelo permite mejorar o modificar una o varias de sus propiedades, de manera que contribuye al cuidado del medio ambiente además de reducir el impacto social relacionado a la extracción de agregados de calidad. (Crespo, 2004)

- **Estabilización de la subrasante**

- Los suelos por debajo del nivel superior de la sub rasante, y que presenten un CBR < 6%, requieren de un procedimiento de estabilización de suelos, debido a lo cual el ingeniero encargado deberá examinar según el tipo de suelo y condiciones asociadas al tipo de suelo, opciones adecuadas de solución (MTC, 2014, p.20)

- **Estabilización química**

La estabilización química de suelos se basa en el suministro de un producto químico, usualmente denominado como un “estabilizador químico”; producto el cual se debe de mezclar de manera homogénea y específica con el suelo a atender, tomando en cuenta las consideraciones y recomendaciones técnicas propias del producto. (MTC E 1109, 2016, p.1041)

- **Plasticidad**

- La plasticidad es una propiedad que presentan los suelos para transformar su consistencia sin romperse ni agrietarse, de manera que el nivel de plasticidad de un suelo dependerá de sus componentes finos los cuales serán determinados a través de los métodos Albert Atterberg, los cuales conforman el limite líquido, limite plástico y el índice de plasticidad. (MTC EG, 2016, p.31).

- **Suelos Arcillosos**

Respecto a este tipo de suelo, la arcilla pasa la malla N°200 y cuenta con propiedades plásticas dependiendo del contenido de humedad, asimismo presenta una gran resistencia cuando presenta una condición seca. La

arcilla se clasifica como un suelo de grano fino, o como la porción de grano fino de un suelo, con un índice de plasticidad (Ip) mayor o igual a 4%, y su posición dentro de un gráfico de índice plástico en comparativa de límite líquido cae sobre la línea "A". (NTP 339.134, 2014, p.11).

- **CBR**

La CBR se establece como un ensayo que se lleva a cabo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos; también denominado como valor de la relación de soporte, es realizado usualmente en laboratorios que presenten las condiciones necesarias de humedad y densidad para un suelo preparado, su uso también abarca la operación en forma análoga en muestras inalteradas extraídas de un terreno determinado. (MTC E 132, 2014. p.248).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación del aditivo Per Compact Plus mejora las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La densidad aumenta con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.
- b) El valor de soporte aumenta con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.
- c) La plasticidad disminuye con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

- Variable Independiente (X): **Aditivo Per Compact Plus.**

El aditivo Per Compact Plus dado sus componentes ricos en copolímeros naturales, biodegradables produce enlaces de tipo cementicio que son estables y duraderos en el tiempo. Su aplicación genera la posibilidad de influir en las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante, obtenidos de la realización de ensayos de mecánica de suelos con las proporciones correspondientes de aditivo. (Aditivos Especiales S.A.C., 2018, p.3)

- Variable dependiente (Y): **Estabilización de la sub rasante.**

- Se establece como el proceso de mejora de las características y propiedades físicas de los suelos, ello a través de la aplicación de procedimientos mecánicos y productos químicos, sintéticos o naturales. Consiste en dotar a los suelos de resistencia mecánica y que estas tengan permanencia de sus propiedades en el tiempo, cumpliendo con parámetros y requerimientos que exige las normas. (MTC, 2014, p.92)

2.5.2. Definición operacional de las variables

- Variable independiente (X): **Aditivo Per Compact Plus.**

La aplicación óptima del aditivo Per Compact Plus será determinada de las dosificaciones 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ aplicadas en los ensayos de laboratorio previamente cumpliendo con los criterios geotécnicos para la estabilización de suelos arcillosos.

- Variable dependiente (Y): **Estabilización de la sub rasante.**

Los parámetros que determinan la estabilización de suelos arcillosos a nivel de sub rasante se demostrarán con los ensayos respectivos de acuerdo a las NTP vigentes.

2.5.3. Operacionalización de las variables

En la Tabla 5, se muestra la operacionalización de las variables.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente (x): Aditivo Per Compact Plus	El aditivo Per Compact Plus dado sus componentes ricos en copolímeros naturales, biodegradables produce enlaces de tipo cementicio que son estables y duraderos en el tiempo. Su aplicación genera la posibilidad de influir en las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante, obtenidos de la realización de ensayos de mecánica de suelos con las dosificaciones correspondientes de aditivo. (Aditivos Especiales S.A.C., 2018, p.3)	Incorporación del aditivo Per Compact Plus como estabilizador.	Aditivo dosificación 16 L/m ³ .
			Aditivo dosificación 18 L/m ³ .
			Aditivo dosificación 21 L/m ³ .
Dependiente (Y): Estabilización de sub rasante	La estabilización de la sub rasante se establece como el proceso de mejora de las características y propiedades físicas de los suelos, ello a través de la aplicación de procedimientos mecánicos y productos químicos, sintéticos o naturales. Consiste en dotar a los suelos de resistencia mecánica y que estas tengan permanencia de sus propiedades en el tiempo, cumpliendo con parámetros y requerimientos que exige las normas. (MTC, 2014, p.92)	Densidad.	Densidad máxima seca (g/cm ³). Óptimo contenido de humedad (%).
		Valor de soporte.	CBR al 95%. CBR al 100%.
		Plasticidad.	Límite líquido (%). Límite plástico (%). Índice de plasticidad (%).

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método a empleado en el estudio es el método científico. Ya que se aplicará los principios de la metodología científica para resolver el objetivo investigativo, que en este caso es determinar cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019. Según Bunge (1981) este método permitirá la obtención de un conocimiento objetivo de la realidad, en el intento de proporcionar respuestas a las preguntas relacionadas con el orden de la naturaleza. Por ende, viene a ser un método vinculado al conocimiento científico y la ciencia; en resumen, podemos inferir que donde no se aplique el método científico no habrá ciencia.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicativo, porque se consideró la teoría referida a los aditivos, así como el de suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante; para contrastarlo con una determinada realidad en este caso la calle Parra del Riego. Mutillo (2008) argumenta que la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, puesto que persigue la aplicación de los conocimientos alcanzados, al mismo tiempo de adquirir otros conocimientos, luego de incorporar y sistematizar la practica apoyada en la investigación. Por lo tanto, a través del conocimiento y los resultados de investigación se puede conocer la realidad, de una manera rigurosa, sistemática y organizada.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo. Este nivel según Jiménez (1998) surge de la aparición de problemas bien identificados en los cuales se requiere de un manejo del conocimiento de las relaciones causa – efecto. En este nivel de investigación es fundamental la formulación de hipótesis, puesto que se pretende brindar una explicación y entendimiento acerca de las causas y

efectos del problema de la variable independiente (aplicación del aditivo Per Compact Plus) en la variable dependiente (estabilización de la subrasante).

3.4. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó con un tipo de diseño cuasi experimental, diseño que permitió evaluar los efectos de la variable (aplicación del aditivo Per Compact Plus) en la variable 2 (estabilización de la subrasante). Rossi & Freeman (1993) refieren que este tipo de diseño de investigación viene a catalogarse como investigaciones de tipo experimental en los cuales los sujetos de estudio no han sido escogidos de manera aleatoria. No obstante, se sigue un procedimiento de comparación de los grupos de tratamiento y control tal y como se hacen en las pruebas aleatorias.

La estructura que corresponde a este tipo de diseño es el siguiente:

$$\begin{array}{ccc} GE & X & O_1 \\ GC & --- & O_2 \end{array}$$

Dónde:

GE: Grupo Experimental

GC: Grupo de Control

O₁ y O₂: Posprueba

X: Manipulación de la Variable Independiente

Tabla 6. *Diseño cuasiexperimental con posprueba.*

	Grupos		Variable independiente		Posprueba
GE ₁	Suelo arcilloso	X ₁	Incorporación de aditivo Per Compact Plus 16 L/m ³ .	O ₁	
GE ₂	Suelo arcilloso	X ₂	Incorporación de aditivo Per Compact Plus 16 L/m ³ .	O ₂	Densidad, valor de soporte y plasticidad.
GE ₃	Suelo arcilloso	X ₃	Incorporación de aditivo Per Compact Plus 16 L/m ³ .	O ₃	
GC	Suelo arcilloso	---	Sin aditivo Per Compact Plus.	O ₄	

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Bernal (2006) refiere que “la población es un conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir como el conjunto de todas las unidades de muestreo”. (pág.164).

La población de la investigación estuvo conformada por la extracción de las muestras clasificadas como suelos arcillosos de los estratos identificados de la sub rasante de las 03 calicatas ubicadas en el tramo de 100 m de longitud de la calle Parra del Riego ubicada en el distrito de Sapallanga, perteneciente a la provincia de Huancayo, región Junín.

3.5.2. Muestra

Del Cid y Sandoval (2007) afirman que la muestra es la parte o fracción representación de un conjunto de una población, universo o colectivo, que ha sido obtenida con el fin de investigar ciertas características del mismo. (pág. 74).

Por la naturaleza de la investigación se aplicó una muestra no aleatoria por conveniencia. Por lo cual, la muestra la conformó las muestras clasificadas como suelos arcillosos y se trabajó con el suelo natural y estabilizadas con el aditivo Per Compact Plus en las dosificaciones 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³. Las muestras para la realización de los ensayos para la densidad, valor de soporte y plasticidad de suelo natural fue 60 kg por cada calicata, para suelo

estabilizado con 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ de 150 kg por cada calicata, haciendo un total de 210 kg de suelo arcilloso de cada calicata C-01, C-02 y C-03.

La Norma Técnica NTE CE.010, en el Capítulo 3, en el ítem 3.2.2, indica que el número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía según se indica en la Tabla 7, con un mínimo de tres (03):

Tabla 7. *Puntos de investigación.*

Tipo de vía	Profundidad	Número mínimo de puntos de investigación	Ubicación
Locales	1.50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía.	1 calicata x 3600 m ²	Ubicadas longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada a distancias aproximadamente iguales.

Fuente: Adaptado de NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS (2010).

La Norma Técnica NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, en el Capítulo 3, en el ítem 3.2.12, indica que se determinará un (1) CBR por cada 5 puntos de investigación o menos según lo indicado en la Tabla 45 y por lo menos un (1) CBR por cada tipo de suelo de sub rasante.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos que se aplicó fue el análisis documental, el cual consiste en una selección de ideas de relevancia informativa de un texto o documento con el propósito de exteriorizar su contenido sin indicios de arbitrariedad. (Salcedo, 2001)

Como instrumento de la investigación se aplicó la técnica de observación el cual permitió identificar y sistematizar los datos observados. Según Blaxter et. al.; (2000) este tipo de instrumentos permite al investigador participar mirando, registrando y analizando los hechos de interés.

3.6.1. Recolección de información

Se realizó la identificación de las muestras y la tecnología usada en la exploración de campo y en los ensayos de laboratorio de suelo natural y con la aplicación del aditivo en suelos arcillosos para la estabilización de suelos.

3.6.1.1. Exploración de campo

Referente a este apartado, se llevó a cabo en primer lugar un reconocimiento del terreno, y como resultado de esta actividad, se desarrolló un programa de investigación y exploración de campo que toma en consideración un tramo de 100m, de modo que, se pudo identificar los tipos de suelo.

La actividad asociada al reconocimiento del terreno permitió identificar los cortes naturales, asimismo se pudo definir los principales estratos de suelos superficiales, se demarco las zonas en las cuales los suelos presentaban características similares.

El programa de exploración e investigación de campo incluyó la ejecución de (03) calicatas a cielo abierto. De las calicatas se obtuvo de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo para la realización de los ensayos en laboratorio. Asimismo, se determinó un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m.

Instrumentos:

- Formato de Perfil Estratigráfico para toma de datos de los suelos encontrados por cada estrato de cada calicata.
- GPS para la toma de coordenadas de ubicación de cada calicata.

3.6.1.2. Ensayos de laboratorio a realizar

Las muestras representativas, fueron identificadas y descritas por medio de una tarjeta que cuenta con la ubicación de la calicata, asimismo el número de muestra y profundidad detallados, luego fueron colocadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para la realización de los ensayos de mecánicas de suelos para identificar sus características físicas y mecánicas.

Las muestras de ensayo son: suelo natural y suelo aplicado el aditivo Per Compact Plus, tomando como guía el manual técnico del aditivo se

consideró realizar (03) dosificaciones con las muestras de suelo natural: 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ y así con la información obtenida de la aplicación del aditivo se buscó demostrar la eficiencia para la estabilización de un suelo arcilloso.

Se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio según el Manual de Carreteras:

Instrumentos:

- Balanzas electrónicas
- Disco espaciador
- Pisón de compactación
- Pisón de penetración
- Moldes cilíndricos de 4" diámetro
- Moldes cilíndricos de 6" diámetro
- Horno
- Copa de Casagrande
- Pesas
- Prensa
- Juego de Tamices

Tabla 8. *Ensayos de laboratorio y normativa vigente.*

Ensayo de laboratorio	Normativa
Análisis granulométrico por tamizado	MTC E107
Límite líquido	MTC E100
Límite plástico	MTC E111
Contenido de humedad	MTC E108
Clasificación SUCS	NTP 339.134
Clasificación AASHTO	NTP 339.135
Proctor modificado	MTC E 115
California Bearing Ratio CBR	MTC E132

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" (2014).

Los ensayos de laboratorio fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de la Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones – Junín. Los resultados de estos ensayos se presentan en el Anexo 8.

3.7. Procesamiento de la información

Para la elaboración y procesamiento de datos se utilizaron los modelos numéricos y gráficos con el uso de hojas de cálculo Excel, en base a ello se compararon y analizaron los resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante.

El trabajo de investigación se realizó con ética profesional respetando los resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio y el cumplimiento de los parámetros que exigen las normas para considerar como materiales aptos para las capas de la subrasante.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Tabla 9. *Técnicas para el análisis de datos.*

Fases	Instrumentos	Datos a observar
Pre campo	Fichas bibliográficas y resumen.	Marco teórico conceptual, recolectar la mayor cantidad de información relacionada con el trabajo de investigación en material bibliográfico.
Campo	Formatos para toma de datos y para identificación de muestras in situ.	Describir el procedimiento visual – manual para la identificación del suelo y realizar la compatibilización de los perfiles estratigráficos.
Gabinete	Laptop, Softwares, impresora, papel, tinta, otros.	Realizar el procesamiento de la información de los resultados y verificar de acuerdo a los parámetros que exigen las normas vigentes.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. En relación al primer objetivo específico que fue determinar cuál es el efecto en la densidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

4.1.1. Cálculo de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con el aditivo Per Compact Plus.

Para la realización del ensayo próctor modificado se hizo uso del “Manual de Ensayo de Materiales” - MTC E 115 y la norma NTP 339.141, de acuerdo a la gradación de las muestras de estudio de las 03 calicatas se realizaron por el método “A”.

En la Tabla 10, se aprecia los resultados del ensayo de próctor modificado realizado a las muestras de suelo estabilizado con aditivo de las calicatas C01, C-02 y C-03.

Ver Anexo 8: Resultados de ensayos con aditivo: Dosificación 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³, de las calicatas C-01, C-02 y C-03.

Tabla 10. Resultados del ensayo de próctor modificado del suelo estabilizado

Calicata	Muestra	Proporción	Próctor modificado	
			Óptimo contenido de humedad (%)	Máxima densidad seca (g/cm ³)
C-01	E-C (Sub rasante)	Suelo natural	12.9	1.930
		16 L/m ³	12.3	1.980
		18 L/m ³	12.5	2.040
		21 L/m ³	13.0	2.020
C-02	E-D (Sub rasante)	Suelo natural	13.0	1.890
		16 L/m ³	13.0	1.960
		18 L/m ³	13.0	2.010
		21 L/m ³	12.9	1.980
C-03	E-C (Sub rasante)	Suelo natural	12.5	1.920
		16 L/m ³	12.4	1.970
		18 L/m ³	12.3	2.020
		21 L/m ³	12.2	2.000

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6, muestra las curvas de compactación de los suelos estabilizados con 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ pertenecientes a la calicata C01, así mismo se observa la curva de compactación de la muestra en estudio: suelo natural, para la comprobación de la hipótesis.

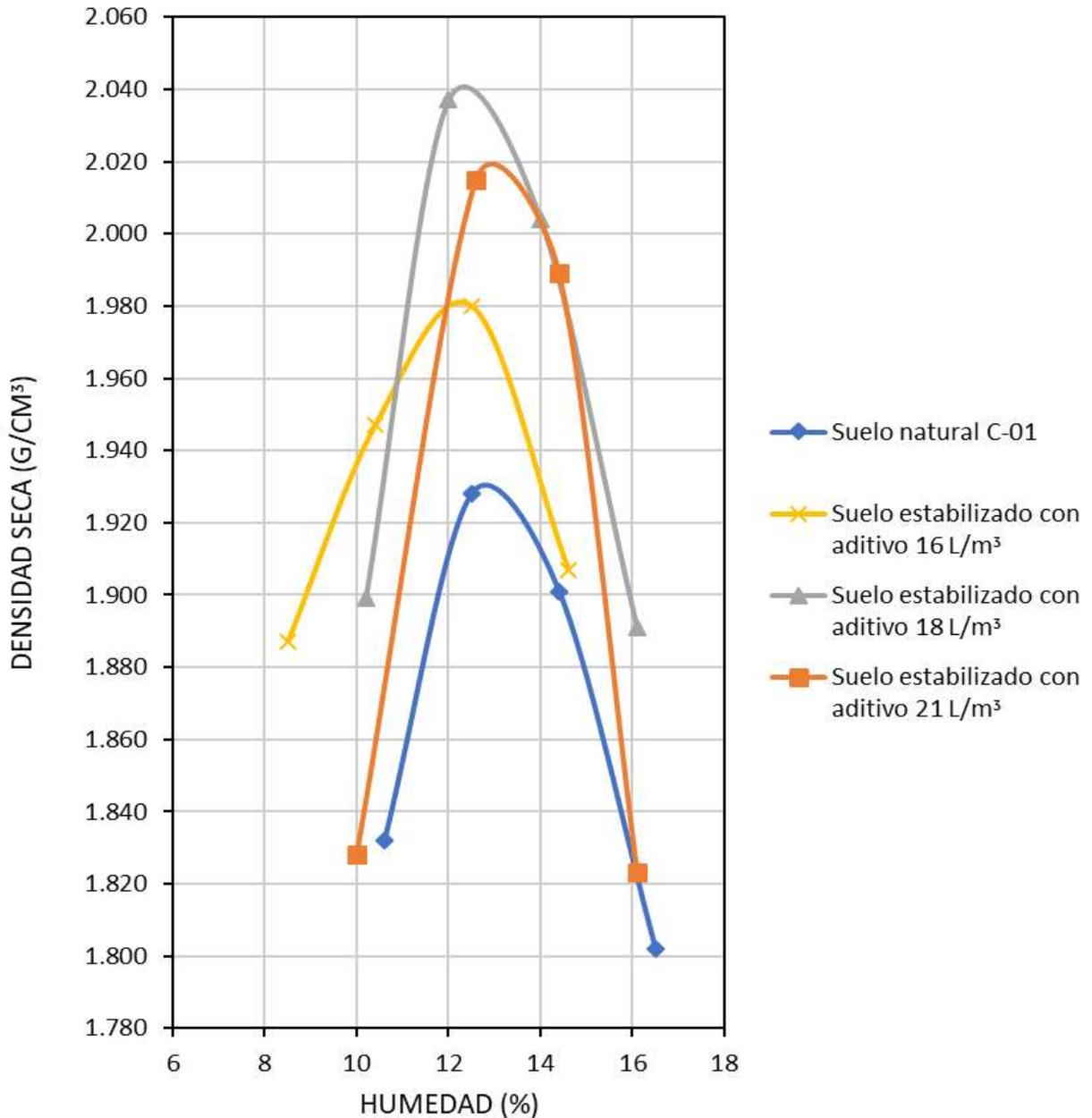


Figura 6. Curvas de compactación de suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-01

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7, muestra las curvas de compactación de los suelos estabilizados con 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ pertenecientes a la calicata C02, así mismo se observa la curva de compactación de la muestra en estudio: suelo natural, para la comprobación de la hipótesis.

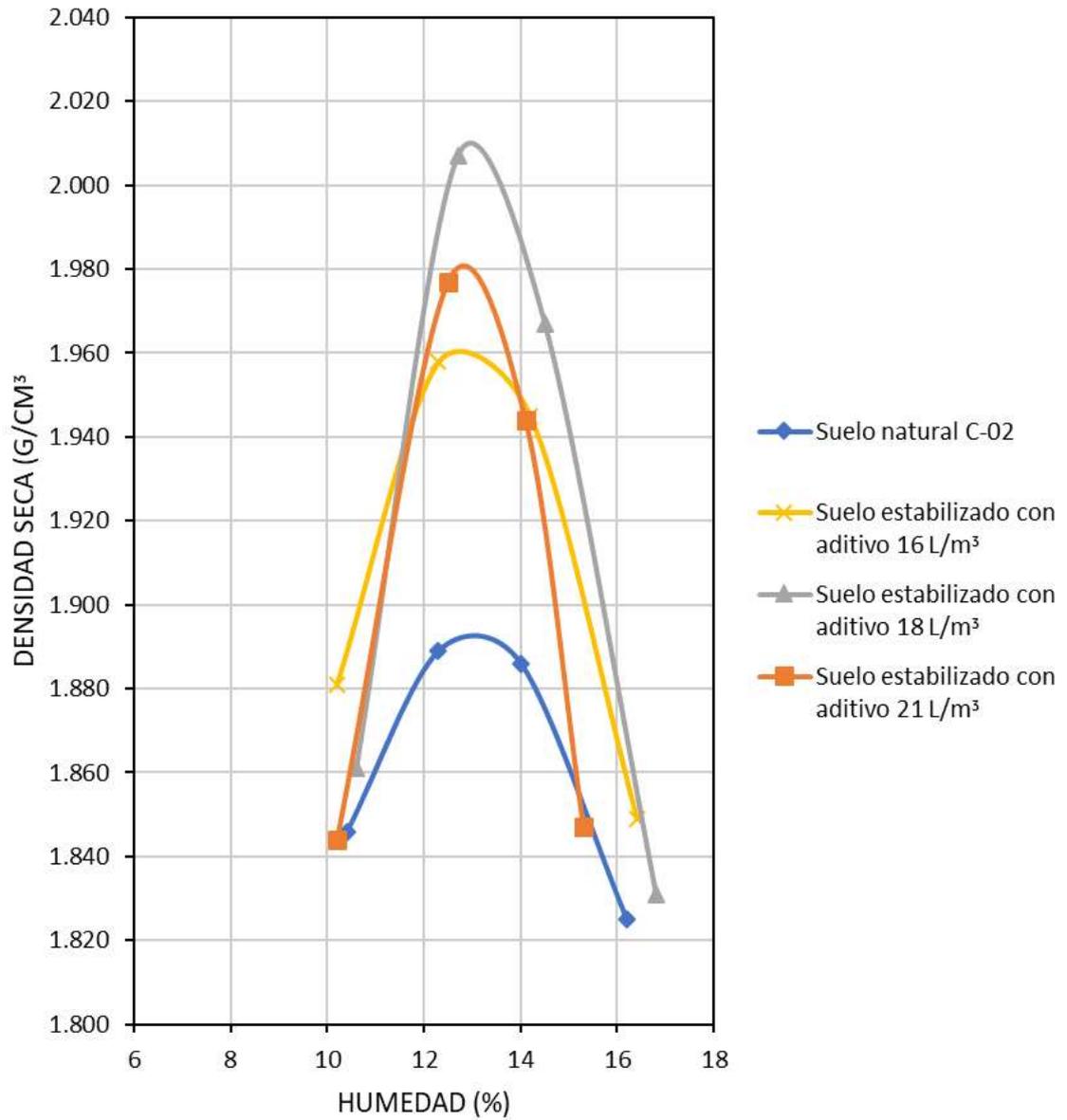


Figura 7. Curvas de compactación de suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-02

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 8, muestra las curvas de compactación de los suelos estabilizados con 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ pertenecientes a la calicata C03, así mismo se observa la curva de compactación de la muestra en estudio: suelo natural, para la comprobación de la hipótesis.

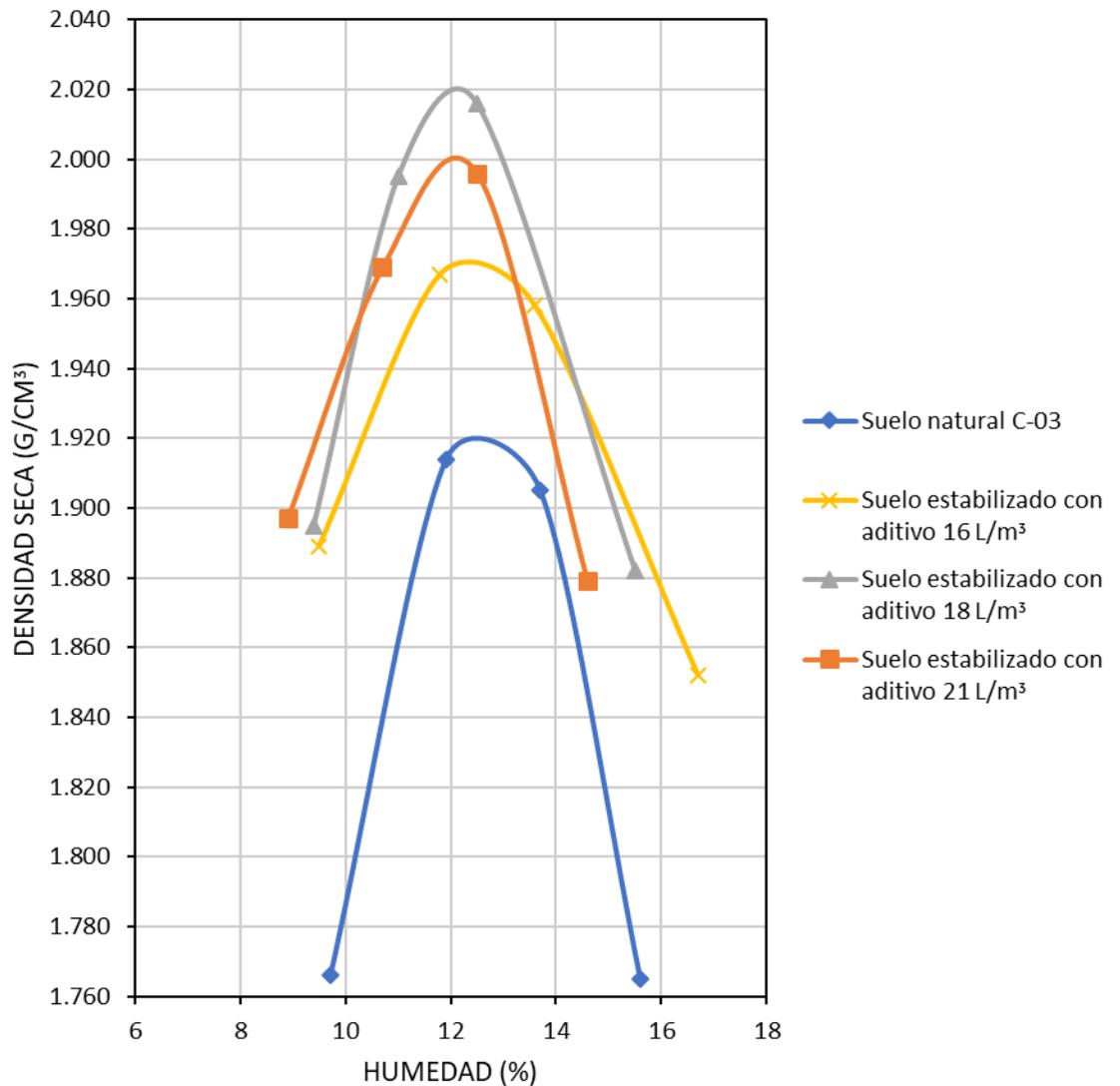


Figura 8. Curvas de compactación de suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-03

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9, muestra las variaciones de la máxima densidad seca de las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-01, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

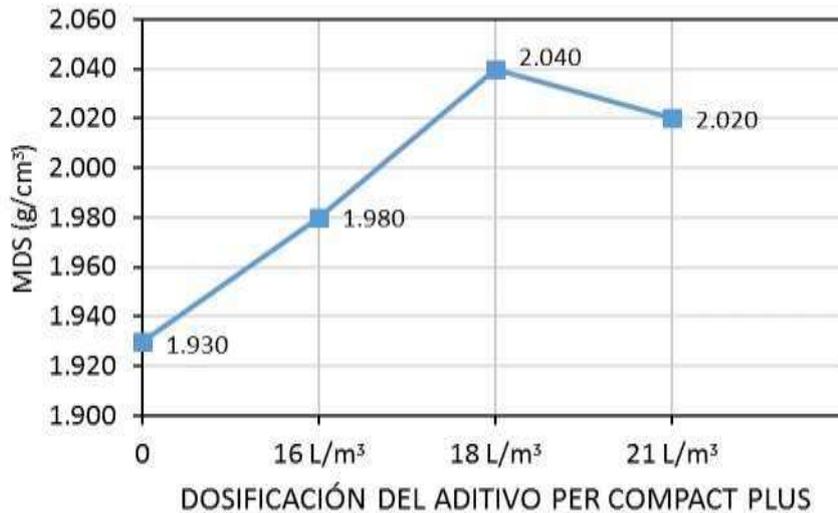


Figura 9. Variación de MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-01
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10, muestra las variaciones de la máxima densidad seca de las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-02, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

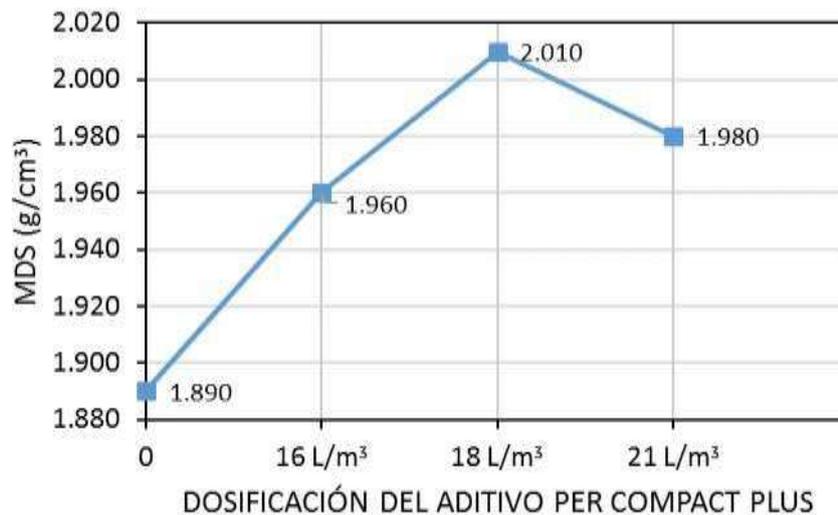


Figura 10. Variación de MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-02
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11, muestra las variaciones de la máxima densidad seca de las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-03, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

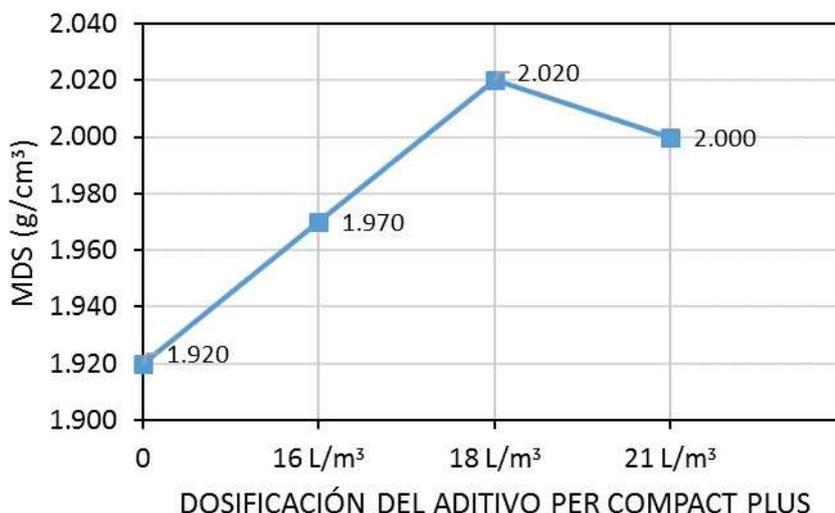


Figura 11. Variación de MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-03
Fuente: Elaboración propia

4.2. Los resultados en relación al segundo objetivo específico que fue determinar cuál es el efecto en el valor de soporte con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019; son los siguientes:

4.2.2. Ensayo CBR con el aditivo Per Compact Plus.

En la Tabla 11, se aprecia los resultados del ensayo de CBR realizados a las muestras de suelo estabilizado con aditivo de las calicatas C-01, C-02 y c-03. Ver Anexo 8: Resultados de ensayos con aditivo: Dosificación 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³, de las calicatas C-01, C-02 y C-03.

Tabla 11. Resultados del Ensayo de CBR.

Calicata	Muestra	Proporción	CBR al 95% de la MDS	CBR al 100% de la MDS
C-01	E-C (Sub rasante)	Suelo natural	4.80	5.76
		16 L/m ³	9.74	11.29
		18 L/m ³	16.20	20.30
		21 L/m ³	11.00	12.60
C-02	E-D (Sub rasante)	Suelo natural	4.20	5.20
		16 L/m ³	7.50	9.00
		18 L/m ³	13.60	18.40
		21 L/m ³	8.90	10.70
C-03	E-C (Sub rasante)	Suelo natural	3.90	4.70
		16 L/m ³	7.52	10.11
		18 L/m ³	14.20	19.50
		21 L/m ³	9.00	11.10

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12, se observa los resultados del valor de CBR al 95% de la MDS para las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-01, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

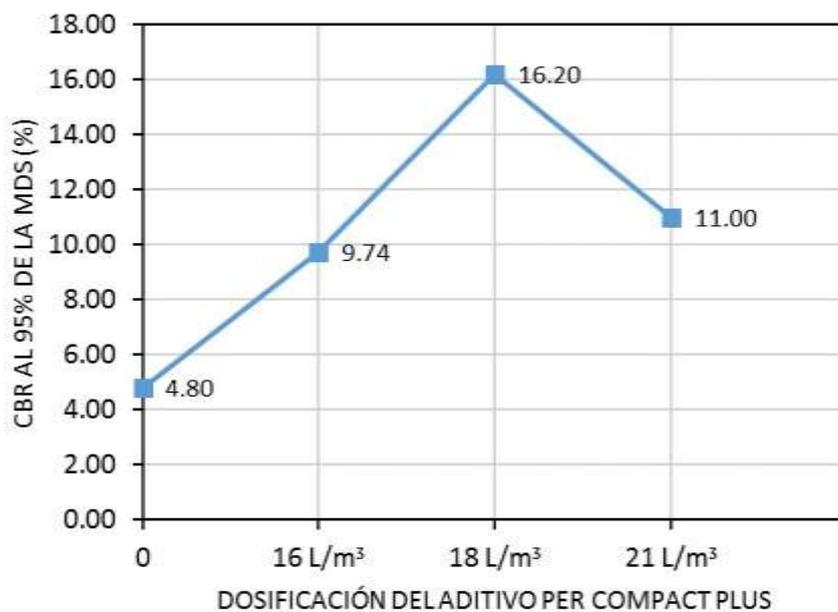


Figura 12. Variación de CBR al 95% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-01

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13, se observa los resultados del valor de CBR al 95% de la MDS para las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-02, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

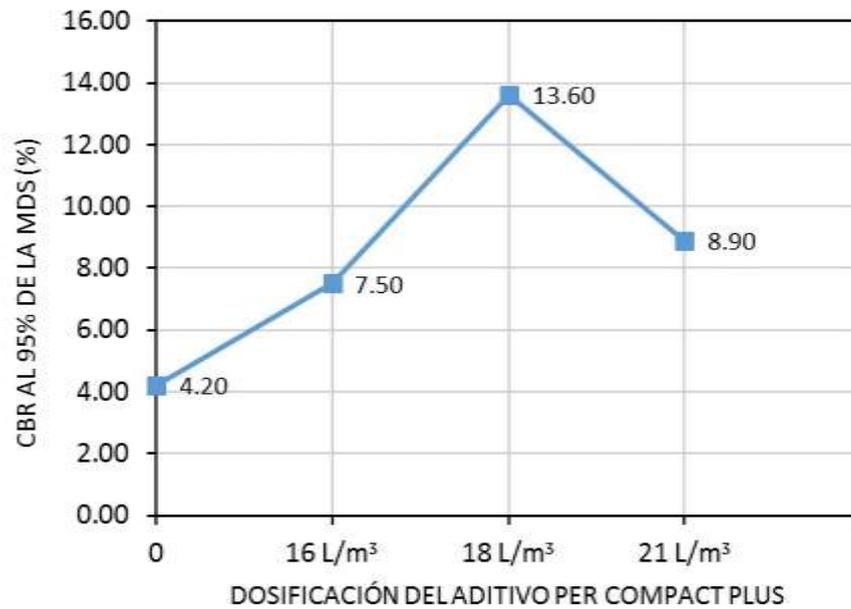


Figura 13. Variación de CBR al 95% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-02
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 14, se observa los resultados del valor de CBR al 95% de la MDS para las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-03, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

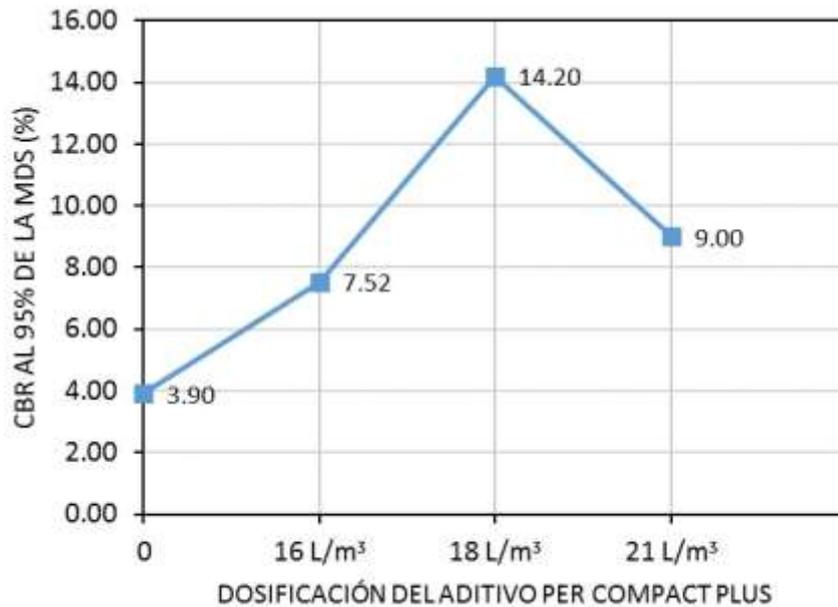


Figura 14. Variación de CBR al 95% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-03 Fuente: Elaboración propia

En la Figura 15, se observa los resultados del valor de CBR al 100% de la MDS para las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-01, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

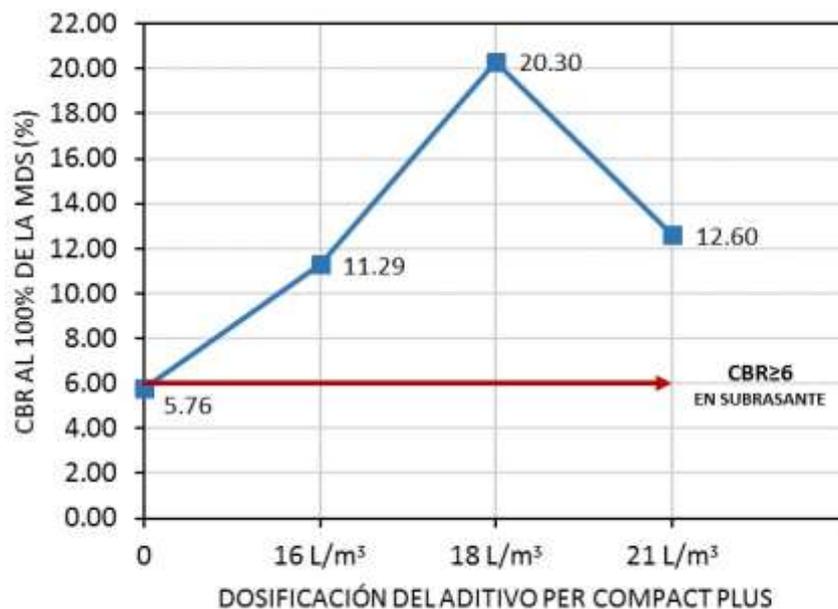


Figura 15. Variación de CBR al 100% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-01 Fuente: Elaboración propia

En la Figura 16, se observa los resultados del valor de CBR al 100% de la MDS para las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-02, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

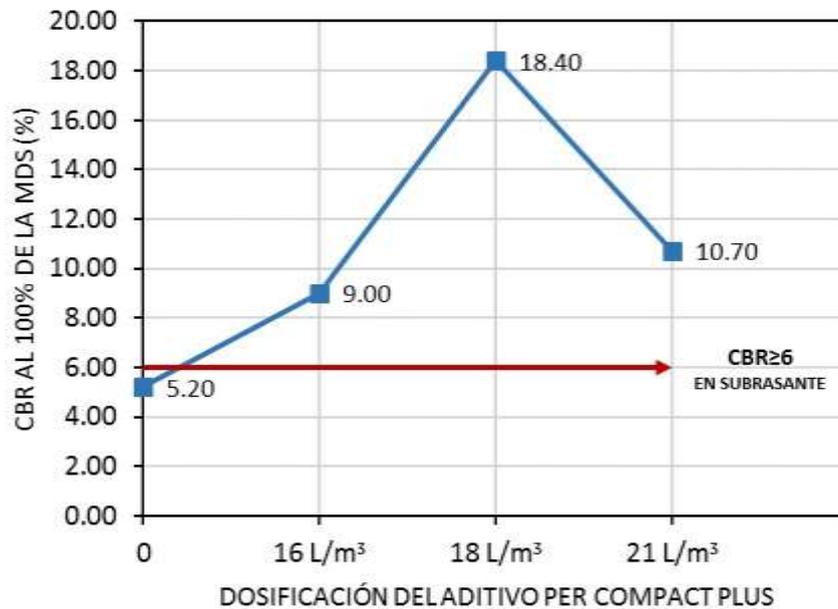


Figura 16. Variación de CBR al 100% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-02 Fuente: Elaboración propia

En la Figura 17, se observa los resultados del valor de CBR al 100% de la MDS para las muestras de suelo estabilizado con aditivo perteneciente a la calicata C-03, así mismo se observa los resultados de la muestra en estudio sin aditivo, para la comprobación de la hipótesis.

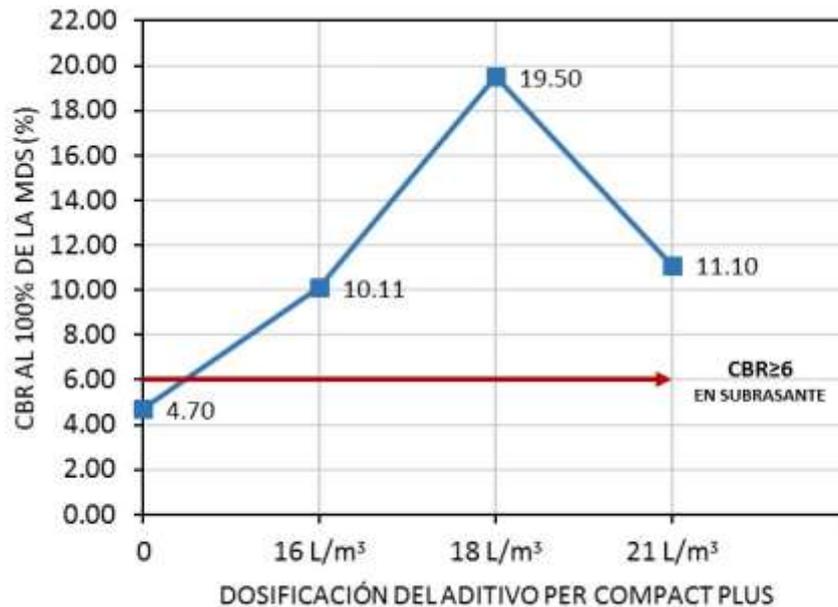


Figura 17. Variación de CBR al 100% de la MDS vs. suelo natural y suelo estabilizado con aditivo de la calicata C-03
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12, se aprecia los valores de la expansión del ensayo de CBR realizados a las muestras de suelo estabilizado con aditivo de las calicatas C01, C-02 y C-03.

Ver Anexo 10: Resultados de ensayos con aditivo: Dosificación 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³, de las calicatas C-01, C-02 y C-03.

Tabla 12. Resultados de expansión de los ensayos de compactación del suelo estabilizado con aditivo

Calicata	Muestra	Proporción de aditivo	Expansión a los 4 días (%)
C-01	E-C (Sub rasante)	Suelo natural	1.42
		16 L/m ³	0.24
		18 L/m ³	0.46
		21 L/m ³	1.14
C-02	E-D (Sub rasante)	Suelo natural	1.58
		16 L/m ³	0.18
		18 L/m ³	0.22
		21 L/m ³	S/E
C-03	E-C (Sub rasante)	Suelo natural	1.50
		16 L/m ³	0.21
		18 L/m ³	0.18
		21 L/m ³	0.60

Fuente: Elaboración propia

4.3. Los resultados con respecto al tercer objetivo específico que fue determinar cuál es el efecto en la plasticidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019; la investigación evidenció:

4.3.1. Análisis del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

En la Tabla 13, se observan los resultados de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad realizados a las muestras del suelo estabilizado con aditivo, las muestras pertenecen a los estratos de la sub rasante identificadas en las calicatas C-01, C-02 y C-03.

Ver Anexo 10: Resultados de ensayos con aditivo: Dosificación 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ de las calicatas C-01, C-02 y C-03.

Tabla 13. Resultados de ensayos de límites de consistencia de suelos estabilizados con aditivo.

Calicata	Muestra	Combinación	Límites de Consistencia		
			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plástico (%)
C-01	E-C (Sub rasante)	Suelo natural	31.09	22.78	8.31
		16 L/m ³	26.20	21.19	5.01
		18 L/m ³	24.40	20.47	3.93
		21 L/m ³	25.80	20.83	4.97
C-02	E-D (Sub rasante)	Suelo natural	25.50	17.65	7.85
		16 L/m ³	26.70	21.59	5.11
		18 L/m ³	24.20	20.04	4.16
		21 L/m ³	25.30	20.29	5.01
C-03	E-C (Sub rasante)	Suelo natural	25.40	17.71	7.69
		16 L/m ³	27.50	21.96	5.54
		18 L/m ³	23.80	19.45	4.35
		21 L/m ³	24.99	19.94	5.05

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 18, se observa la variación de los resultados de los límites de consistencia de los suelos estabilizados con el aditivo de la calicata C-01 en

las diferentes proporciones en comparación con el suelo natural para la comprobación de la hipótesis.

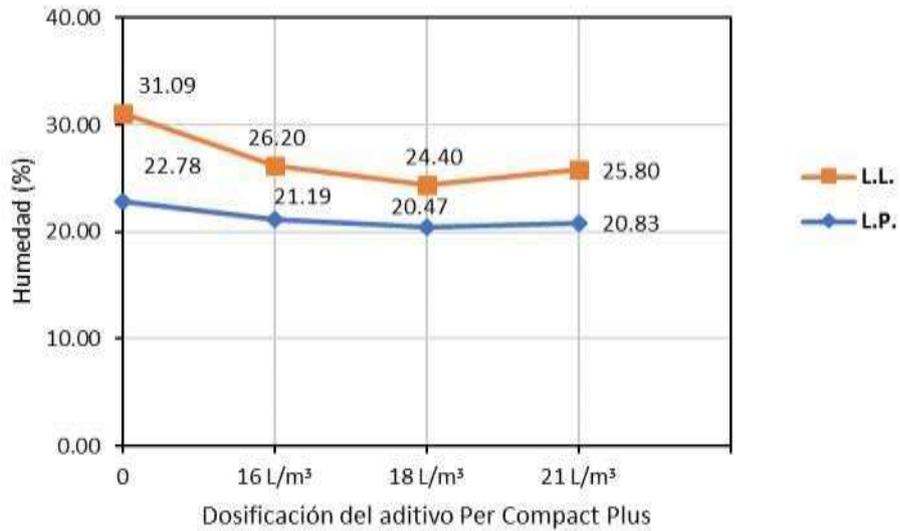


Figura 18. Variación de límites de consistencia con el aditivo de la calicata C-01
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 19, se observa la variación de los resultados de índice de plasticidad de los suelos estabilizados con el aditivo de la calicata C-01 en las diferentes proporciones en comparación con el suelo natural para la comprobación de la hipótesis.

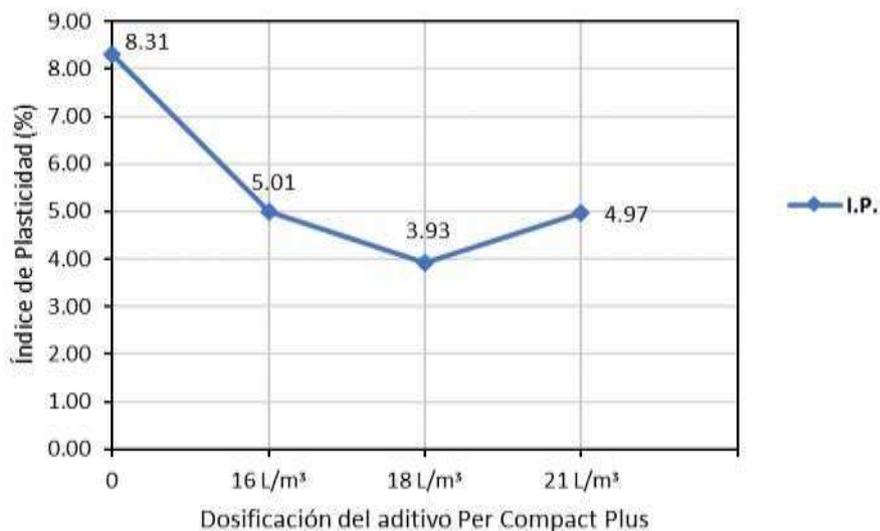


Figura 19. Variación del índice de plasticidad con el aditivo de la calicata C-01
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 20, se observa la variación de los resultados de los límites de consistencia de los suelos estabilizados con el aditivo de la calicata C-02 en las diferentes proporciones en comparación con el suelo natural para la comprobación de la hipótesis.



Figura 20. Variación de límites de consistencia con el aditivo de la calicata C-02
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 21, se observa la variación de los resultados de índice de plasticidad de los suelos estabilizados con el aditivo de la calicata C-02 en las diferentes proporciones en comparación con el suelo natural para la comprobación de la hipótesis.

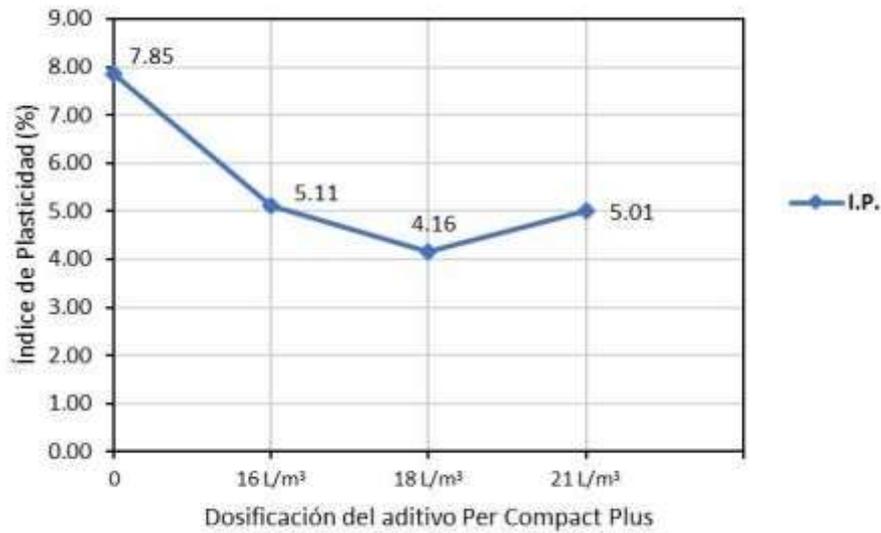


Figura 21. Variación del índice de plasticidad con el aditivo de la calicata C-02
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 22, se observa la variación de los resultados de los límites de consistencia de los suelos estabilizados con el aditivo de la calicata C-03 en las diferentes proporciones en comparación con el suelo natural para la comprobación de la hipótesis.



Figura 22. Variación de límites de consistencia con el aditivo de la calicata C-03

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 23, se observa la variación de los resultados de índice de plasticidad de los suelos estabilizados con el aditivo de la calicata C-03 en las diferentes proporciones en comparación con el suelo natural para la comprobación de la hipótesis.

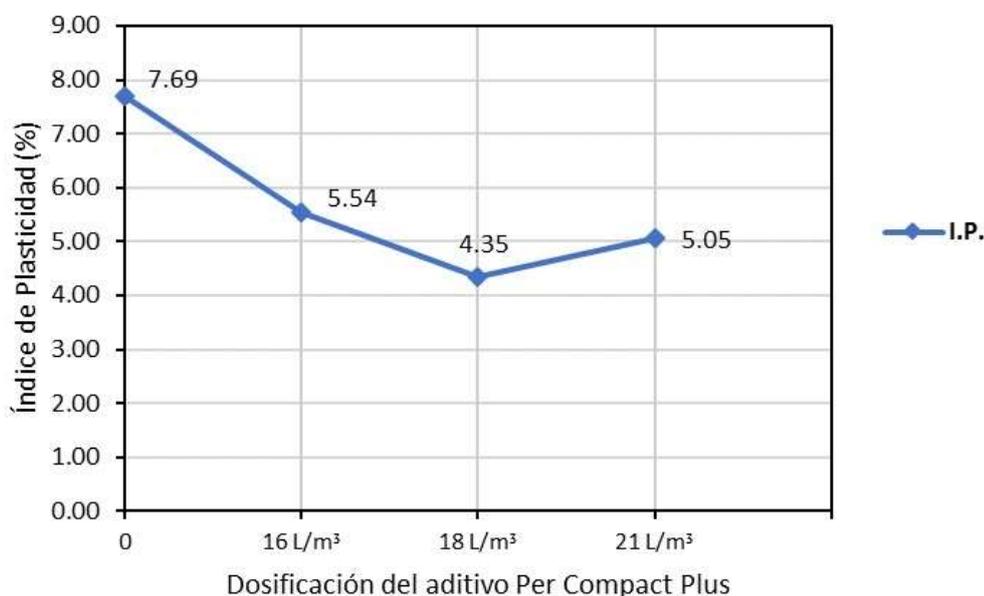


Figura 23. Variación del índice de plasticidad con el aditivo de la calicata C-03

Fuente: Elaboración propia

4.4. Contrastación de hipótesis

4.4.1. La hipótesis específica 1 planteó que la densidad aumenta con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

Así en la Tabla 11, se observa los resultados de los ensayos realizados al suelo estabilizado de las calicatas C-01, C-02 y C-03, así mismo se aprecia que la máxima densidad seca aumenta con cada dosificación del aditivo en las 03 calicatas, obteniendo el valor más alto de 2.040 g/cm³ perteneciente a la calicata C-01 del suelo estabilizado con 18 L/m³, por lo que la hipótesis indicada en la investigación queda demostrada, la densidad aumenta con

la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante.

En la Figura 24, se aprecia el incremento de las densidades del suelo estabilizado con aditivo con las diferentes dosificaciones a comparación de las muestras en estudio: suelo natural y así mismo se observa que con la dosificación 18 L/m³ se obtienen valores más altos en relación a los resultados de las demás dosificaciones 16 L/m³ y 21 L/m³.

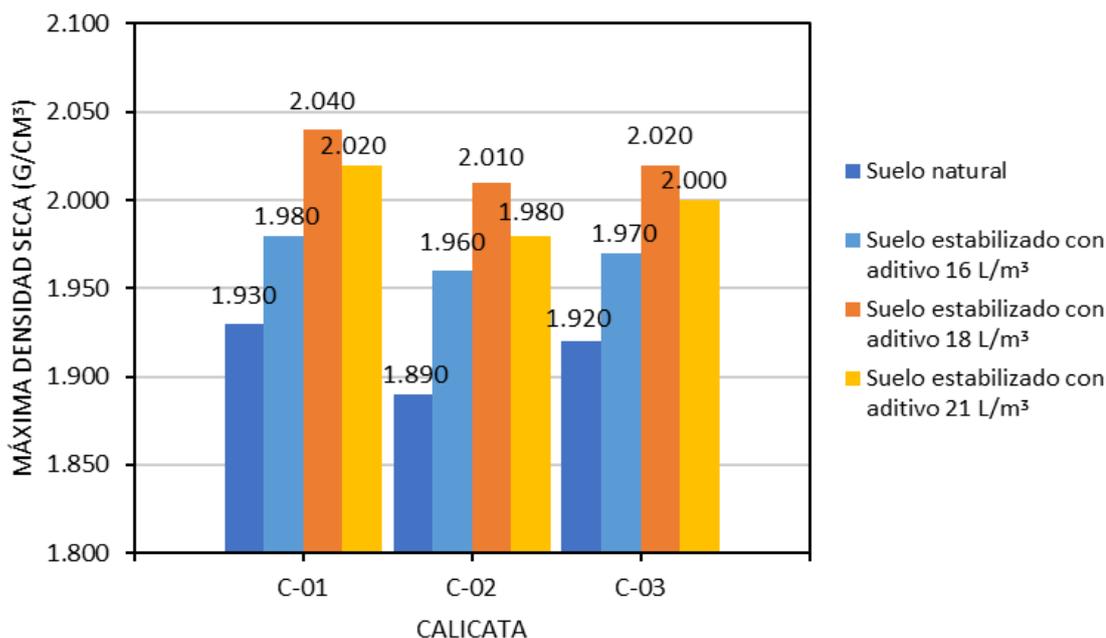


Figura 24. Variación de las máximas densidades secas de los suelos estabilizados con aditivo

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. La hipótesis específica 2 planteó que el valor de soporte aumenta con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

En la Tabla 12, se observan que los resultados del ensayo de CBR al 95% y 100% de la MDS de los suelos estabilizados con aditivo en las diferentes dosificaciones van en incremento siendo los más altos de 20.30%, 18.40% y 19.50% con la dosificación 18 L/m³ pertenecientes a las calicatas C-01,

C-02 y C-03 respectivamente, por lo tanto la hipótesis indicada en la investigación queda demostrada, el valor de soporte aumenta con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante.

En la Figura 25, se aprecia el incremento de los resultados del ensayo de CBR de los suelos estabilizados con aditivo en comparación a la muestra de estudio: suelo natural, también se observa que con las dosificaciones 16 L/m³ 18 L/m³ 21 L/m³ se obtuvieron resultados que cumple con: ≥10% CBR <20% subrasante buena, a excepción de la dosificación 16 L/m³ perteneciente a la calicata C-02 teniendo como resultado 9.00% de CBR lo cual cumple con: ≥6% CBR <10% subrasante regular.

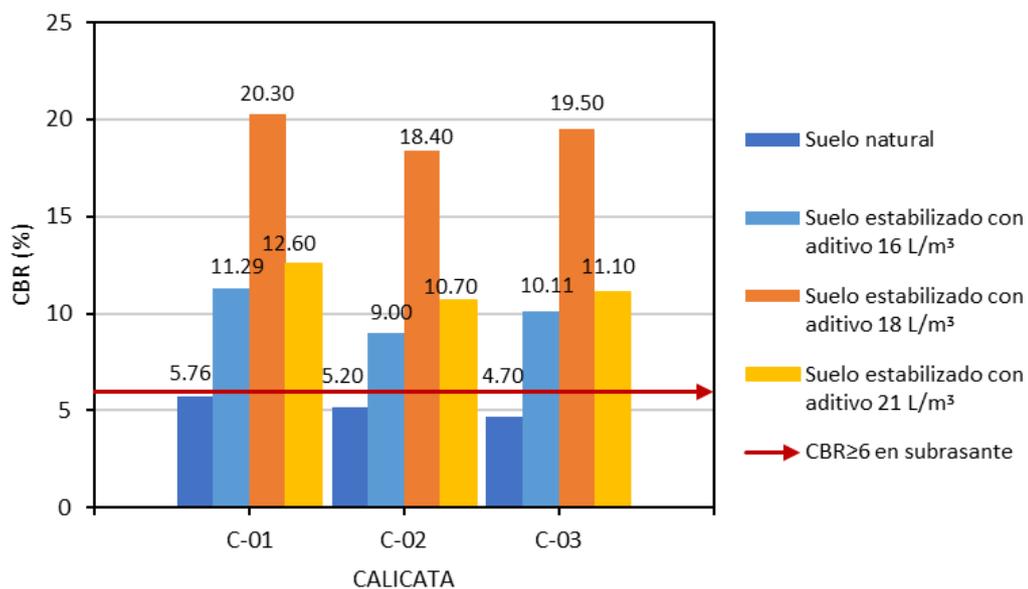


Figura 25. Variación de los resultados de CBR máximos obtenidos de los suelos estabilizados con aditivo.

Fuente: Elaboración propia

Para los resultados de la expansión a los 4 días del ensayo de CBR, se puede observar en la Tabla 50 que para las calicatas C-01, C-02 y C-03 en las diferentes proporciones del suelo estabilizado con aditivo la expansión disminuye.

4.4.3. La hipótesis específica 3 planteó que la plasticidad disminuye con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

En la Tabla 13, se pueden apreciar que los resultados del ensayo del límite líquido y límite plástico del suelo estabilizado con las dosificaciones 16 L/m³ 18 L/m³ 21 L/m³ de aditivo, a medida que se incrementa la dosificación disminuyen el límite líquido y plástico para las calicatas C-01, C-02 y C-03, así mismo se observa la disminución de la plasticidad, por lo que la hipótesis indicada en la investigación queda demostrada, la plasticidad disminuye con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante.

En la Figura 26, se observa que el índice de plasticidad de los suelos estabilizados con aditivo en las diferentes dosificaciones baja su plasticidad en comparación con las muestras de estudio: suelo natural, el índice de plasticidad más bajo que se obtuvo es de 3.93% perteneciente a la calicata C-01 del suelo estabilizado con 18 L/m³ en relación con la plasticidad del suelo natural sin aditivo que es 8.31%, así mismo se observa que el aditivo Per Compact Plus reacciona más con un suelo con mayor plasticidad.

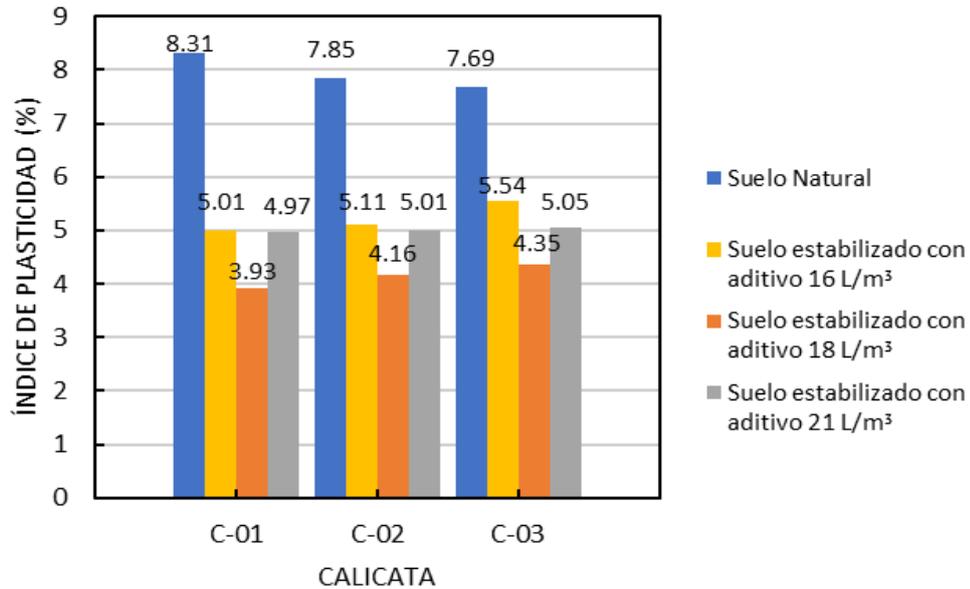


Figura 26. Variación de los resultados del índice de plasticidad de los suelos estabilizados con aditivo.

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. La hipótesis general planteó que la aplicación del aditivo Per Compact Plus mejora las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.

Hipótesis de Estudio

H_0 = No existe diferencia significativa entre las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante antes y después de la aplicación del aditivo Per Compact Plus

H_i = Existe diferencia significativa entre las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante antes y después de la aplicación del aditivo Per Compact Plus

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 14. t de Student para diferencia entre las propiedades físicas en suelos arcillosos

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Densidad después - Densidad antes	0,08444	0,02455	0,00818	0,06557	0,10332	10,318	8	0,000
Par 2	Valor soporte después - Valor soporte antes	8,44667	4,39972	1,46657	5,06474	11,82859	5,759	8	0,000
Par 3	Pasticidad después - Pasticidad antes	3,15778	0,65412	0,21804	3,66058	-2,65498	14,483	8	0,000

Fuente: Base de datos SPSS

Interpretación

Se observa que la significancia bilateral para la diferencia de densidad ($p=0.000<0.05$), de valor soporte ($p=0.000<0.05$) y de plasticidad ($p=0.000<0.05$) que indica que en los parámetros la diferencia es significativa.

Decisión Estadística

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la de investigación que refiere que existe diferencia significativa entre las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante antes y después de la aplicación del aditivo Per Compact Plus. ($p<0.05$)

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación titulada: “Aplicación del aditivo per compact plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante”, tuvo como unidad de análisis la calle Parra del Riego ubicada en el distrito de Sapallanga, perteneciente a la provincia de Huancayo, región Junín.

Consideró como elementos de la población a la extracción de las muestras clasificadas como suelos arcillosos de los estratos identificados de la sub rasante de las 03 calicatas ubicadas en el tramo de 100 m de longitud. La muestra la conformó las muestras clasificadas como suelos arcillosos y se trabajó con el suelo natural y estabilizadas con el aditivo Per Compact Plus en las dosificaciones 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³. Las muestras para la realización de los ensayos para la densidad, valor de soporte y plasticidad de suelo natural fue 60 kg por cada calicata, para suelo estabilizado con 16 L/m³, 18 L/m³ y 21 L/m³ de 150 kg por cada calicata, haciendo un total de 210 kg de muestra por cada calicata.

El estudio en relación al objetivo general que fue determinar cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019; evidenció que el aditivo Per Compact Plus, dado a sus componentes ricos en copolímeros naturales, biodegradables produce enlaces tipo cementicio, mejora las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante. Resultados que se contrastan con la investigación de Salas (2017) quien en su estudio determinó que para el adecuado mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos es necesaria la aplicación del aditivo denominado terrasil el cual puede emplearse con cemento, así pues, se presenta como una solución eficaz para la estabilización de suelos y está al alcance de lo sugerido por el MTC.

En relación al objetivo específico 1, que fue determinar cuál es el efecto en la densidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019, se obtuvo que se presenta una máxima densidad seca entre

1.890 g/cm³ a 1.930 g/cm³ con un óptimo contenido de humedad entre 12.5% a 13% y con la aplicación del aditivo se obtuvo una máxima densidad seca entre 1.960 g/cm³ a 2.040 g/cm³ con un óptimo contenido de humedad entre 12.2% a 13%, por lo que se calculó el efecto y se pudo comprobar que efectivamente la densidad aumenta con la aplicación del aditivo en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante y son parámetros que garantizan el alcance de las propiedades óptimas buscadas. Resultados que están en correlato con la investigación de Castillo (2018) quien en su estudio con respecto de la influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante obtuvo como resultado que el parámetro de estado referido a la densidad seca máxima arrojó un resultado entre 1.365 gr/cm³ a 1.720 gr/cm³, ello bajo un 14% a 20% de humedad óptima; con la agregación del aditivo PROES se manejó una densidad seca máxima que oscila entre 1.523 gr/cm³ a 1.881 gr/cm³, ello bajo un 16% a 22.9% de humedad óptima, resultados que se establecen como parámetros ideales para obtener las propiedades óptimas pretendidas.

Con respecto al objetivo específico 2, que incidió en determinar cuál es el efecto en el valor de soporte con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019, se determinó que el valor de soporte obtenido de las muestras de estudio se encuentra entre 4.70% a 5.76% y las muestras estabilizadas con aditivo se encuentran entre 9.00% a 20.30%, determinando el alcance del valor de soporte; quedando demostrado que aumenta con la aplicación del aditivo en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante, así mismo los resultados cumplen con los parámetros que exigen las normas para la aceptación de una capa de sub rasante buena con CBR \geq 6. Resultados que están en correlato con el estudio de Salas (2017) quien analizó la estabilización de suelos con Adición de cemento y Aditivo Terrasil para el mejoramiento de la base del Km 11+000 al KM 9+000 de la Carretera Puno, determinando que en las pruebas CBR, Se identificó un incremento de la resistencia y el valor relativo de soporte, asimismo se evidencia un mejoramiento en los resultados arrojados por las pruebas CBR, manifestando un incremento del 200% con el material con aditivo en comparación del material sin aditivo.

Asimismo, al trabajar con una mayor concentración de aditivo y con 72 horas de secado antes de la colocación en la poza de curado se pudo evidenciar resultados óptimos.

En tanto, el objetivo específico 3 que correspondió a determinar cuál es el efecto en la plasticidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019, concluye que la plasticidad en las muestras de estudio sin aditivo se encuentra entre 7.69% a 8.31% y la plasticidad en las muestras estabilizadas con aditivo entre 3.93% a 5.54%, estimando dichos resultados se concluye que la plasticidad disminuye con la aplicación del aditivo en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante, así mismo se observa que el aditivo Per Compact Plus reacciona más con un suelo con mayor plasticidad. Resultados que se contrastan con los estudios de Ospina G. et. al., (2019) quienes en su investigación de mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero determinó que la escoria de acería funciona en materiales cohesivos, reduciendo la plasticidad hasta un 0%. Esto se debe a la buena adherencia entre los dos materiales. Así también con la investigación de Gavilanes (2015) quien también determinó que el índice de plasticidad para cada tipo de suelo estabilizado cemento disminuye, en relación con el suelo natural.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que la aplicación del aditivo Per Compact Plus mejora las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019. ($p < 0.05$)
2. La investigación concluye que la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019, aumenta la densidad seca (1.960 g/cm³ a 2.040 g/cm³) con un óptimo contenido de humedad (entre 12.2% a 13%).
3. Se concluye que la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019, aumenta el valor de soporte (entre 9.00% a 20.30%). Cumpliendo con los parámetros normativos para la aceptación de una capa de sub rasante buena con CBR ≥ 6 .
4. Se concluye que la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019, disminuye la plasticidad (sin aditivo entre 7.69% a 8.31%, con aditivo entre 3.93% a 5.54%).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con investigaciones similares, aplicando otros aditivos con el objetivo de generar nuevas alternativas para obtener niveles óptimos de suelos arcillosos en la estabilización de la subrasante.
2. Se recomienda que antes de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos se considere los resultados en ámbitos de estudio similares con respecto a la estabilización de la subrasante.
3. Se recomienda efectuar estudios económicos pormenorizados que permitan evidenciar el impacto económico tras la aplicación del aditivo per compact plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub rasante.
4. Se recomienda, en futuras obras que tengan como característica los suelos arcillosos, consideren la aplicación del aditivo per compact plus para la estabilización de la subrasante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alhaji, M. M., & Sadiku, S. (2015). Stabilization of Clay Soil Using A-3 Soil. *International Journal of Geological and Environmental Engineering*.
2. AFIN (2019) <https://gestion.pe/economia/falta-carreteras-representan-20-brechatotal-infraestructura-pais-146347-noticia/?ref=gesr>
3. Badillo, J. (2014). *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. México, Limusa.
4. Bahia, L., & Ramdane, B. (2012). Sand: an additive for stabilization of swelling clay soils. *International Journal of Geosciences*, 2012.
5. Blaxter, L., Hughes, C. y Tight, M. (2000) *Cómo se hace una investigación*. Colección Herramientas Universitarias. Barcelona: Gedisa.
6. BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA. Las carreteras de América Latina no están suficientemente preparadas para enfrentar el cambio climático. [fecha de consulta: 25 de junio del 2019] disponible en: <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2018/10/las-carreteras-deamericalatina-no-estan-suficientemente-preparadas-para-enfrentar-el-cambioclimatico/>
7. Bunge, L. (1981). *Investigación y ciencia*. Buenos Aires: Minerva
8. Bustamante (2016) "Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil". Universidad de Cuenca
9. Bernal, C. (2006). Metodología de la Investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=h4X_eFai59oC&pg=PA164&dq=metodologia+de+la+investigacion+-
10. Cáceres (2019) Mejoramiento de Suelos Arcillosos por Medio de Procesos de Fusión en el Laboratorio. Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia
11. Castello (2019) Estudio experimental del comportamiento geotécnico de suelo arenoso con ceniza de madera y carbón proveniente de ladrilleras artesanales.
12. Del Cid, Méndez y Sandoval (2007) Investigación Fundamentos y Metodología. (1ra ed.) México: Pearson Educación
13. Duran (2019) Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimento.
14. Escario, U. (1989). *Terraplenes y pedraplenes*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

15. Escobar, C. (2007). *Mecánica de Suelos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
16. Firoozi, A. A., Olgun, C. G., Firoozi, A. A., & Baghini, M. S. (2017). Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering*.
17. Fonseca, A. M., Piratova, A. M., & Piratova, A. M. (2019). *Estabilización de suelos*. Ediciones de la U.
18. Jelisic, N., & Leppänen, M. (2003). Mass stabilization of organic soils and soft clay. In *Grouting and Ground Treatment*.
19. Jiménez (1998) Metodología De La Investigación Elementos Básicos Para La Investigación Clínica. La Habana.
20. Kawamura, M., & Diamond, S. (1975). Stabilization of clay soils against erosion loss. *Clays and Clay Minerals*.
21. MTC. (2014). Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima, Perú.
22. Mendoza et. al.; (2018) titulada "Estudio del comportamiento de la Cal hidratada como estabilizante en arcilla altamente plástica en la aldea de Santa Rita de oriente, municipio de Santa Bárbara", presentada en la National Autonomous University of Honduras
23. Mirzababaei, M., Arulrajah, A., & Ouston, M. (2017). Polymers for stabilization of soft clay soils. *Procedia engineering*.
24. Mutillo, B. (2008). Investigación científica. México: Ad.Hoc
25. Norma Técnica Peruana NTP 339.129 (2014). *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos*. Perú. Inacal.
26. Norma Técnica Peruana NTP 339.134 (2014). *Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)*. Perú. Inacal.
27. Norma Técnica Peruana NTP 339.135 (2014). *Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte*. Perú. Inacal.
28. Norma Técnica Peruana NTP 339.141 (2014). *Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³))*. Perú. Inacal.
29. Norma Técnica Peruana NTP 339.145 (2014). *Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California, California Bearing Ratio) de suelos compactados en el laboratorio*. Perú. Inacal.

30. Ospina G. et. al., (2019) Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. Contendida en la revista de Investigación y Desarrollo – Colombia
31. Parano, J. (2012). *Compactación de Suelos y Materiales Estabilizados*. México: UNAM.
32. Pérez, J. (2014). *Introducción a la Mecánica de Suelos*. La Coruña: Universidad La Coruña.
33. Rafalko, S. D., Brandon, T. L., Filz, G. M., & Mitchell, J. K. (2007). Fiber reinforcement for rapid stabilization of soft clay soils. *Transportation research record*.
34. Reglamento Nacional de Edificaciones E 0.50 (2018). *Suelos y cimentaciones*. Lima, Perú.
35. Seco, A., Ramírez, F., Miqueleiz, L., & García, B. (2011). Stabilization of expansive soils for use in construction. *Applied Clay Science*.
36. Sowers, G. (2014). *Introducción a la Mecánica de los Suelos y Cimentación*. Madrid: Limusa, Wiley.
37. Tauta, J. F. C., Ortiz, O. J. R., Antolínez, C. M., & Méndez, D. F. (2006). Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*.
38. Tingle, J. S., & Santoni, R. L. (2003). Stabilization of clay soils with nontraditional additives. *Transportation Research Record*, 1819(1), 72-84.
39. Torres Montesinos, S. F., & Landa Alarcon, J. Y. (2020). Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María-Monzón en la provincia de Leoncio Prado.
40. Yepes, V. (2004). *Compactación Dinámica y control con ensayos de penetración Dinámica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

“APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE”				
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cuál es el efecto en la densidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar cuál es el efecto de la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar cuál es el efecto en la densidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación del aditivo Per Compact Plus mejora las propiedades físicas en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>La densidad aumenta con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego,</p>	<p>1. Variable Independiente</p> <p>Aditivo Per Compact Plus</p> <ul style="list-style-type: none"> Dimensiones Incorporación del aditivo Per Compact Plus como estabilizador. <ul style="list-style-type: none"> Indicadores - Aditivo dosificación 16 (L/m³). - Aditivo dosificación 18 (L/m³). 	<p>Método de Investigación</p> <p>Método Científico</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>Aplicativo</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>Explicativo correlacional</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>Cuasiexperimental</p> $GE \quad X \quad O_1$ $GC \quad --- \quad O_2$ <p>Donde:</p> <p>GE: Grupo Experimental</p> <p>GC: Grupo de Control</p> <p>O₁ y O₂: Posprueba</p> <p>X: Manipulación de la Variable Independiente</p>

<p>estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019?</p> <p>b) ¿Cuál es el efecto en el valor de soporte con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019?</p> <p>c) ¿Cuál es el efecto en la plasticidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019?</p>	<p>arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.</p> <p>Determinar cuál es el efecto en el valor de soporte con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.</p> <p>Determinar cuál es el efecto en la plasticidad con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.</p>	<p>Sapallanga - Huancayo, 2019.</p> <p>El valor de soporte aumenta con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga - Huancayo, 2019.</p> <p>La plasticidad disminuye con la aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la subrasante en la calle Parra del Riego, Sapallanga -Huancayo, 2019.</p>	<p>- Aditivo dosificación 21 (L/m³).</p> <p>2. Variable Dependiente</p> <p>Estabilización de la sub rasante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: Densidad. • Indicadores - Densidad máxima seca (g/cm³). - Óptimo contenido de humedad (%). • Dimensiones: Valor de soporte. • Indicadores - CBR al 95%. - CBR al 100%. 	<p>Población y muestra:</p> <p>Población.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muestras clasificadas como suelos arcillosos. <p>Muestra.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 210 kg de suelo arcilloso de las calicatas C-01, C-02 y C-03
---	--	---	--	---

			<ul style="list-style-type: none">▪ Dimensiones: Plasticidad▪ Indicadores:<ul style="list-style-type: none">- Limite liquido (%)- Limite plástico (%)- Índice de plasticidad (%)	
--	--	--	---	--

Anexo 2: Plano de Ubicación

MAPA DE UBICACION DE LA ZONA DEL PROYECTO



MAPA POLITICO DEL PERU



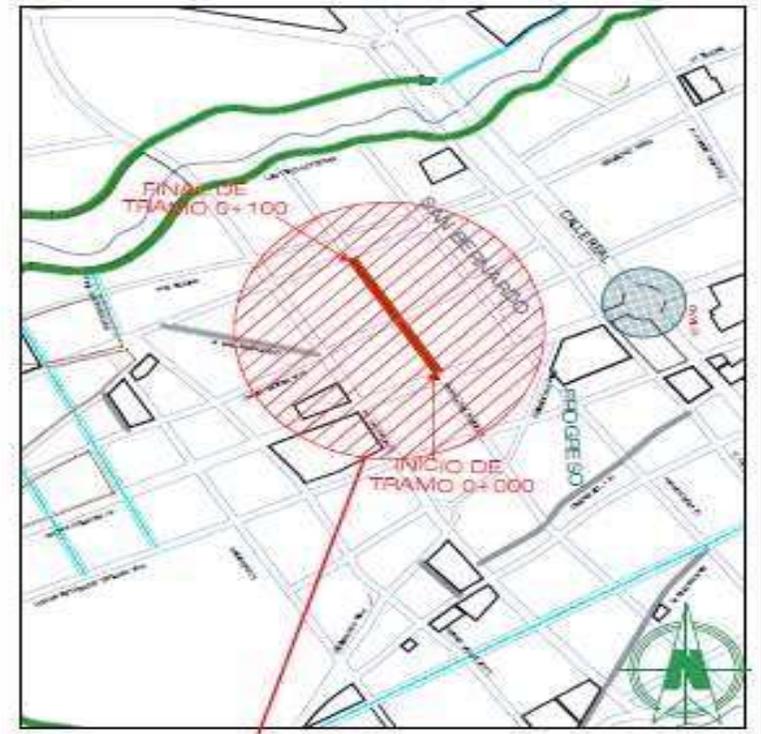
PROV. HUANCAYO - DISTRITO SAPALLANGA



REGION JUNIN - PROV. HUANCAYO

UBICACION

Escala : 1 : 1000



LOCALIZACION

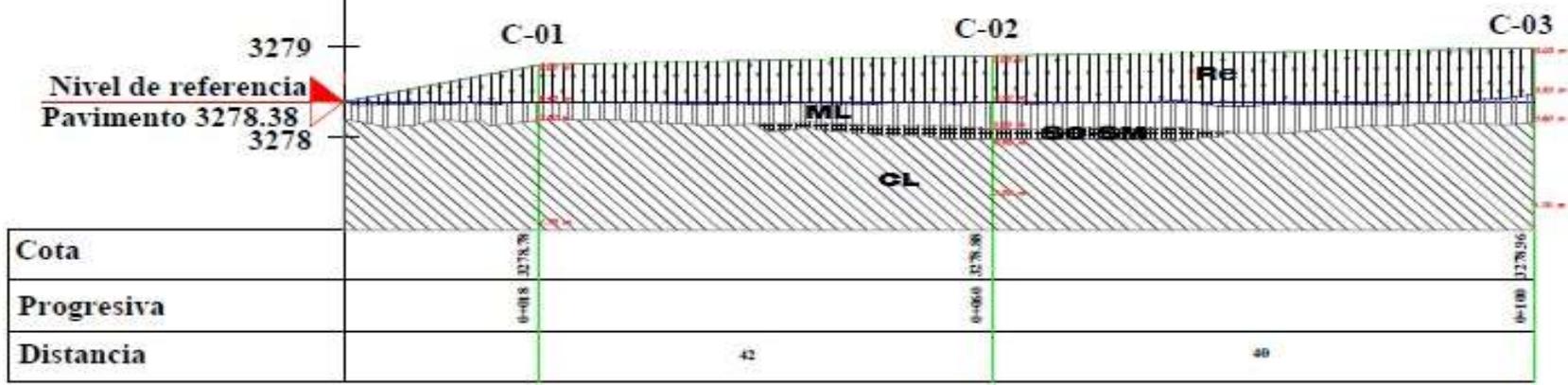
Escala : 1 : 5000



TÍTULO: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE.	
PLAZA: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	
AUTORES:	UB-01

Anexo 3: Plano de Perfil Longitudinal

CALICATA	ESTRATO	ALTURAS (m)	CLASIFICACION SUCS	
			SÍMBOLO	NOMBRE
C-01	E-A	0.00 a 0.40	Re	Relleno
	E-B	0.40 a 0.60	ML	Limo arenoso
	E-C	0.60 a 1.70	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
C-02	E-A	0.00 a 0.50	Re	Relleno
	E-B	0.50 a 0.80	ML	Limo arenoso
	E-C	0.80 a 0.90	SC-SM	Arena limosa-arcillosa
C-03	E-A	0.00 a 0.50	Re	Relleno
	E-B	0.50 a 0.80	CL-ML	Limo arenoso
	E-C	0.80 a 1.70	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad

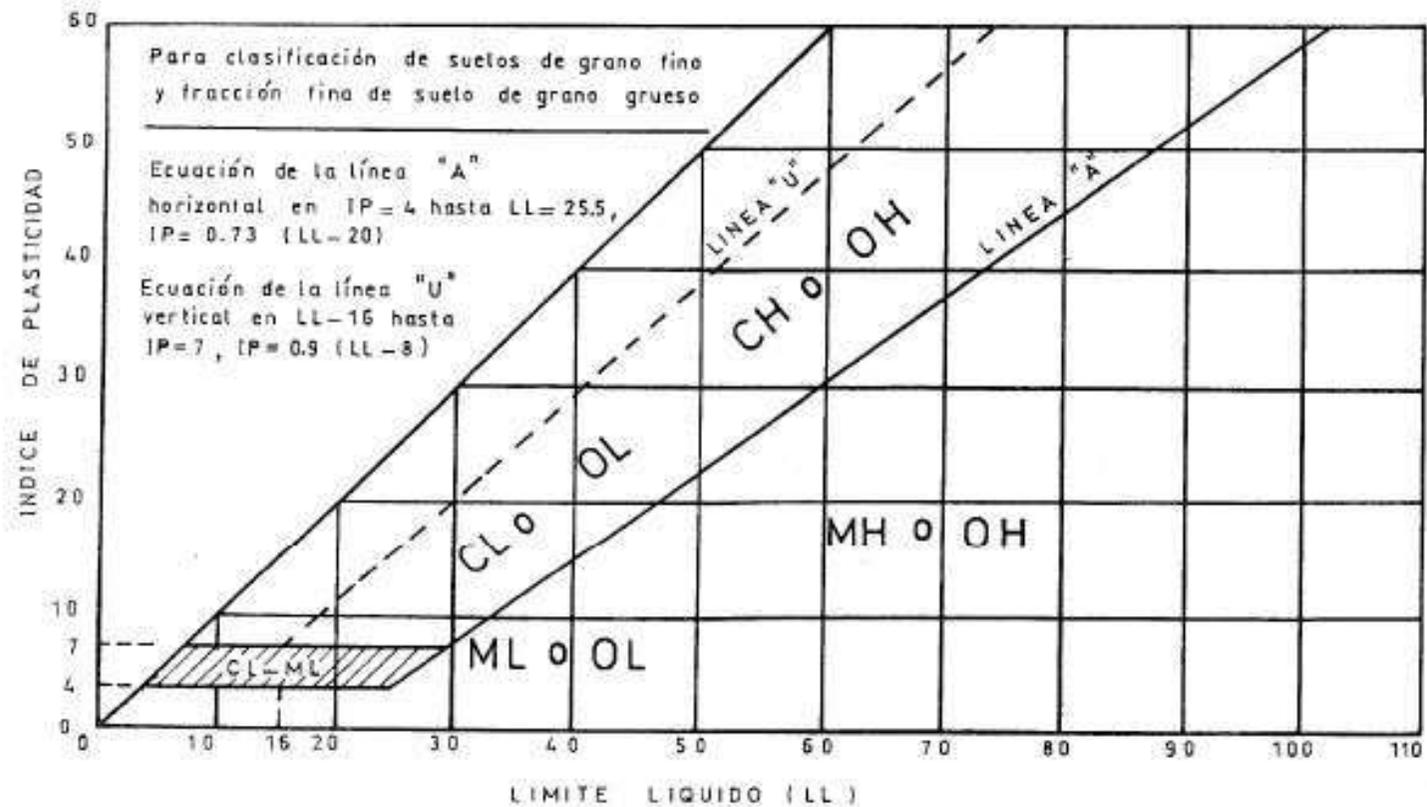


PERFIL LONGITUDINAL Escala 1:100 - 1:1000

CALICATA	COORDENADAS		COTA
	NORTE	ESTE	
C-01	8657574	481964	3278.78
C-02	8657660	481922	3278.88
C-03	8657768	481867	3278.96

	APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE	
	PERFIL LONGITUDINAL	
<small>PROYECTO: A.A.</small>	<small>ESCALA: 1:100</small>	<small>FECHA: 2019</small>
		PL-01

Anexo 4: Carta de plasticidad



Anexo 5: Dosificaciones del aditivo Per Compact Plus

Los ensayos previos están en base a las siguientes dosificaciones:

Proporciones del aditivo Per Compact Plus.

Dilución	Aditivo Per Compact Plus (ml)	Agua (ml)
1:6	100	600
1:7	100	700
1:8	100	800

Fuente: Elaboración propia.

- Dosificación de aditivo para la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad

Dosificación de aditivo 1:6 de la calicata C-01 para el ensayo de Proctor modificado.

C-01 / Aditivo 1:6

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	10%	300 ml	250 ml	50 ml	1.7%
M2	3000 g	12%	360 ml	300 ml	60 ml	2.0%
M3	3000 g	14%	420 ml	350 ml	70 ml	2.3%
M4	3000 g	16%	480 ml	400 ml	80 ml	2.7%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:6 de la calicata C-02 para el ensayo de Proctor modificado.

C-02 / Aditivo 1:6

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	10%	300 ml	250 ml	50 ml	1.7%
M2	3000 g	12%	360 ml	300 ml	60 ml	2.0%
M3	3000 g	14%	420 ml	350 ml	70 ml	2.3%
M4	3000 g	16%	480 ml	400 ml	80 ml	2.7%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:6 de la calicata C-03 para el ensayo de Proctor modificado.

C-03 / Aditivo 1:6

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	9%	270 ml	225 ml	45 ml	1.5%
M2	3000 g	11%	330 ml	275 ml	55 ml	1.8%
M3	3000 g	13%	390 ml	325 ml	65 ml	2.2%
M4	3000 g	15%	450 ml	375 ml	75 ml	2.5%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:7 de la calicata C-01 para el ensayo de Proctor modificado.

C-01 / Aditivo 1:7

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	10%	300 ml	257 ml	43 ml	1.4%
M2	3000 g	12%	360 ml	309 ml	51 ml	1.7%
M3	3000 g	14%	420 ml	360 ml	60 ml	2.0%
M4	3000 g	16%	480 ml	411 ml	69 ml	2.3%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:7 de la calicata C-02 para el ensayo de Proctor modificado.

C-02 / Aditivo 1:7

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	10%	300 ml	257 ml	43 ml	1.4%
M2	3000 g	12%	360 ml	309 ml	51 ml	1.7%
M3	3000 g	14%	420 ml	360 ml	60 ml	2.0%
M4	3000 g	16%	480 ml	411 ml	69 ml	2.3%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:7 de la calicata C-03 para el ensayo de Proctor modificado.

C-03 / Aditivo 1:7

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	9%	270 ml	231 ml	39 ml	1.3%
M2	3000 g	11%	330 ml	283 ml	47 ml	1.6%
M3	3000 g	13%	390 ml	334 ml	56 ml	1.9%
M4	3000 g	15%	450 ml	386 ml	64 ml	2.1%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:8 de la calicata C-01 para el ensayo de Proctor modificado.

C-01 / Aditivo 1:8

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	8%	240 ml	210 ml	43 ml	1.0%
M2	3000 g	10%	300 ml	263 ml	51 ml	1.3%
M3	3000 g	12%	360 ml	315 ml	60 ml	1.5%
M4	3000 g	14%	420 ml	368 ml	69 ml	1.8%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:8 de la calicata C-02 para el ensayo de Proctor modificado.

C-02 / Aditivo 1:8

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	10%	300 ml	263 ml	38 ml	1.3%
M2	3000 g	12%	360 ml	315 ml	45 ml	1.5%
M3	3000 g	14%	420 ml	368 ml	53 ml	1.8%
M4	3000 g	16%	480 ml	420 ml	60 ml	2.0%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:8 de la calicata C-03 para el ensayo de Proctor modificado.

C-03 / Aditivo 1:8

Muestra	Suelo	Agua		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	3000 g	10%	300 ml	263 ml	38 ml	1.3%
M2	3000 g	12%	360 ml	315 ml	45 ml	1.5%
M3	3000 g	14%	420 ml	368 ml	53 ml	1.8%
M4	3000 g	16%	480 ml	420 ml	60 ml	2.0%

Fuente: Elaboración propia.

- Dosificación de aditivo para el CBR al 95 y 100% de la MDS

Dosificación de aditivo 1:6 de la calicata C-01 para el ensayo de CBR.

C-01 / Aditivo 1:6

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	13.0%	780 ml	650 ml	130 ml	2.2%
M2	6000 g	13.0%	780 ml	650 ml	130 ml	2.2%
M3	6000 g	13.0%	780 ml	650 ml	130 ml	2.2%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:6 de la calicata C-02 para el ensayo de CBR.

C-02 / Aditivo 1:6

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	12.9%	774 ml	645 ml	129 ml	2.2%
M2	6000 g	12.9%	774 ml	645 ml	129 ml	2.2%
M3	6000 g	12.9%	774 ml	645 ml	129 ml	2.2%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:6 de la calicata C-03 para el ensayo de CBR.

C-03 / Aditivo 1:6

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	12.2%	732 ml	610 ml	122 ml	2.0%
M2	6000 g	12.2%	732 ml	610 ml	122 ml	2.0%
M3	6000 g	12.2%	732 ml	610 ml	122 ml	2.0%

Fuente: Elaboración propia.

Aditivo promedio 1:6 2.1% = 21 L/m³

Dosificación de aditivo 1:7 de la calicata C-01 para el ensayo de CBR.

C-01 / Aditivo 1:7

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	12.5%	750 ml	643 ml	107 ml	1.8%
M2	6000 g	12.5%	750 ml	643 ml	107 ml	1.8%
M3	6000 g	12.5%	750 ml	643 ml	107 ml	1.8%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:7 de la calicata C-02 para el ensayo de CBR.

C-02 / Aditivo 1:7

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	13.0%	780 ml	669 ml	111 ml	1.9%
M2	6000 g	13.0%	780 ml	669 ml	111 ml	1.9%
M3	6000 g	13.0%	780 ml	669 ml	111 ml	1.9%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:7 de la calicata C-03 para el ensayo de CBR.

C-03 / Aditivo 1:7

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	12.3%	738 ml	633 ml	105 ml	1.8%
M2	6000 g	12.3%	738 ml	633 ml	105 ml	1.8%
M3	6000 g	12.3%	738 ml	633 ml	105 ml	1.8%

Fuente: Elaboración propia.

Aditivo promedio 1:7 1.8% = 18 L/m³

Dosificación de aditivo 1:8 de la calicata C-01 para el ensayo de CBR.
C-01 / Aditivo 1:8

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	12.3%	738 ml	646 ml	92 ml	1.5%
M2	6000 g	12.3%	738 ml	646 ml	92 ml	1.5%
M3	6000 g	12.3%	738 ml	646 ml	92 ml	1.5%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:8 de la calicata C-02 para el ensayo de CBR.
C-02 / Aditivo 1:8

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	13.0%	780 ml	683 ml	98 ml	1.6%
M2	6000 g	13.0%	780 ml	683 ml	98 ml	1.6%
M3	6000 g	13.0%	780 ml	683 ml	98 ml	1.6%

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:8 de la calicata C-03 para el ensayo de CBR.
C-03 / Aditivo 1:8

Muestra	Suelo	OCH		Mezcla		
				Agua	Aditivo	
M1	6000 g	12.4%	744 ml	651 ml	93 ml	1.6%
M2	6000 g	12.4%	744 ml	651 ml	93 ml	1.6%
M3	6000 g	12.4%	744 ml	651 ml	93 ml	1.6%

Fuente: Elaboración propia.

**Aditivo
promedio 1:8**

1.6% = 16 L/m³

- Dosificación de aditivo para la plasticidad

Dosificación de aditivo 1:6 de las calicatas C-01, C-02 y C-03 para el ensayo de límites de consistencia.

Calicata Suelo Concentración 1:6

		200ml agua	
C-01	200 g	33 ml aditivo	167 ml agua
C-02	200 g	33 ml aditivo	167 ml agua
C-03	200 g	33 ml aditivo	167 ml agua

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:7 de las calicatas C-01, C-02 y C-03 para el ensayo de límites de consistencia.

Calicata Suelo Concentración 1:7

		200ml agua	
C-01	200 g	29 ml aditivo	171 ml agua
C-02	200 g	29 ml aditivo	171 ml agua
C-03	200 g	29 ml aditivo	171 ml agua

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación de aditivo 1:8 de las calicatas C-01, C-02 y C-03 para el ensayo de límites de consistencia.

Calicata Suelo Concentración 1:8

		200ml agua	
C-01	200 g	25 ml aditivo	175 ml agua
C-02	200 g	25 ml aditivo	175 ml agua
C-03	200 g	25 ml aditivo	175 ml agua

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: *Diseño y costo de Pavimento Flexible*

RESUMEN DE AFORO VEHICULAR DE LA SEMANA (LUNES 09/10/2019 AL DOMINGO 15/10/2019)

TIPOS DE VEHICULOS

DIAS DE LA SEMANA	AUTOS	CAMIONETA	CAMION	CAMION	SEMITRAYLER	TOTAL
		Rural combi	2E	3E	2S1	
LUNES (09/10/2019)	3	2	2	1	0	8
MARTES (10/10/2019)	2	1	0	0	0	3
MIERCOLES (11/10/2019)	3	2	1	0	1	7
JUEVES (12/10/2019)	3	3	1	1	0	8
VIERNES (13/10/2019)	3	2	1	1	0	7
SABADO (14/10/2019)	4	2	1	1	0	8
DOMINGO (15/10/2019)	6	3	0	0	0	9

VOLUMEN VEHICULAR DIARIO

VEHICULO	IMDs	FCE	IMDa
AUTOS	3	0.969740	3
CAMIONETAS	2	0.969740	2
2E	1	0.857949	1
3E	0	0.857949	0
2S1	0	0.857949	0
TOTAL IMDa			6

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES POR DÍA PARA EL CARRIL DE DISEÑO

VEHICULO	IMDa	Fd	Fc	Fvp	Fp	EE día-carril
AUTOS	3	0.5	1	0.0011	1.00	0.00165
CAMIONETAS	2	0.5	1	0.0011	1.00	0.00110
2E	1	0.5	1	3.477	1.00	1.7385
3E	0	0.5	1	2.526	1.00	0
2S1	0	0.5	1	5.689	1.00	0
TOTAL	6				$\Sigma=$	1.74125

CALCULO DEL NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

VEHICULO	EE día-carril	Fca	Año (días)	Nrep EE	
AUTOS	0.00165	28.87	365	17.3869	1.74E+01
CAMIONETAS	0.00110	28.87	365	11.5913	1.16E+01
2E	1.7385	28.87	365	18319.5307	1.83E+04
3E	0	28.87	365	0	0
2S1	0	28.87	365	0	0
TOTAL	1.74125		$\Sigma=$	18348.51	1.83E+04

**DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
METODO AASHTO 1993
DE SUELO NATURAL**

PROYECTO: CALLE PARRA DEL RIEGO, DISTRITO DE SAPALLANGA,
PROVINCIA HUANCAYO, JUNÍN

FECHA: 01/10/2019

1. REQUISITOS DE DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.83E+04
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	3.8
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	65%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.385
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN ²)	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	5.20

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que se N18 Nominal = N18 Calculo)

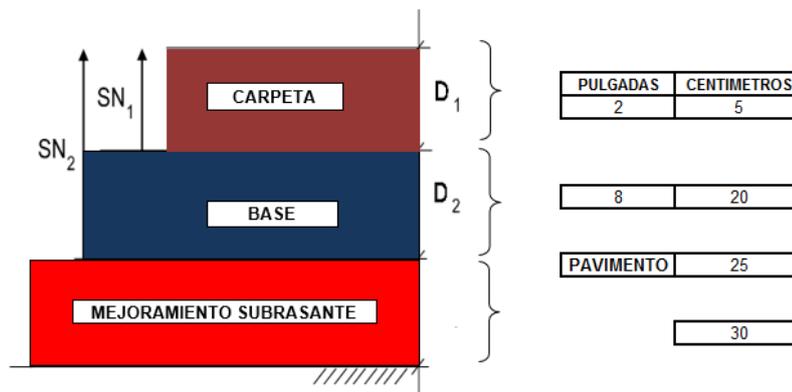
SN Requerido	Gt	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
1.48	-0.17609	4.26	4.26

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTE ESTRUCTURALES DE CAPA Concreto Asfáltico (a1)	0.33
Base Granular (a2)	0.14
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA Base Granular (m2)	1.00

ALTERNATIVA	SN req	SNresul	D1 (cm)	D2 (cm)
1	1.93	1.93	5	20
2	1.93	0.00		

Fuente: Elaboración propia.



**DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
METODO AASHTO 1993
CON ADITIVO PER COMPACT PLUS 16 L/M3**

PROYECTO: CALLE PARRA DEL RIEGO, DISTRITO DE SAPALLANGA,
PROVINCIA HUANCAYO, JUNÍN

FECHA: 01/10/2019

1. REQUISITOS DE DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	5.96E+04
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	3.8
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	65%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.385
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	10.13

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que se N18 Nominal = N18 Calculo)

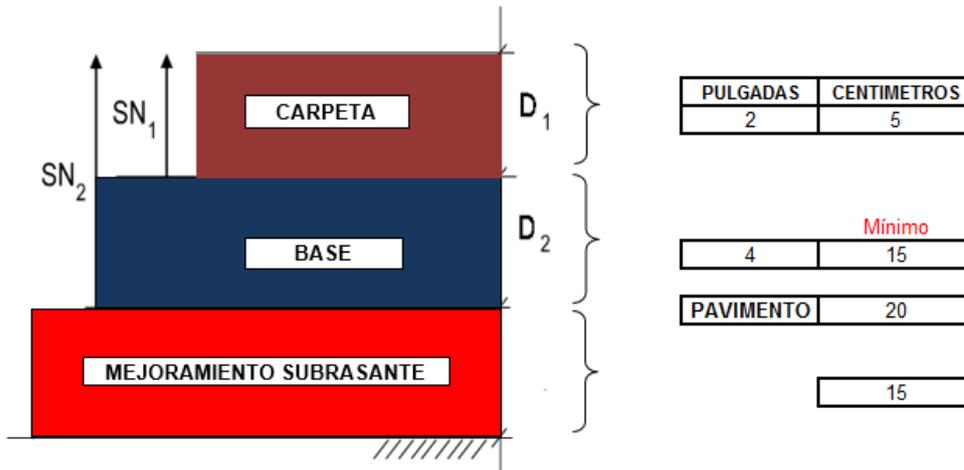
SN Requerido	Gt	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
1.16	-0.17609	4.77	4.77

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTE ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.33
Base Granular (a2)	0.14
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base Granular (m2)	1.00

ALTERNATIVA	SN req	SNresul	D1(cm)	D2(cm)
1	1.29	1.29	5	9
2	1.29	0.00		

Fuente: Elaboración propia.



**DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
METODO AASHTO 1993
CON ADITIVO PER COMPACT PLUS 18 L/M3**

PROYECTO: CALLE PARRA DEL RIEGO, DISTRITO DE SAPALLANGA,
PROVINCIA HUANCAYO, JUNÍN

FECHA: 01/10/2019

1. REQUISITOS DE DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	5.96E+04
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	3.8
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	65%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.385
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	19.50

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que se N18 Nominal = N18 Calculo)

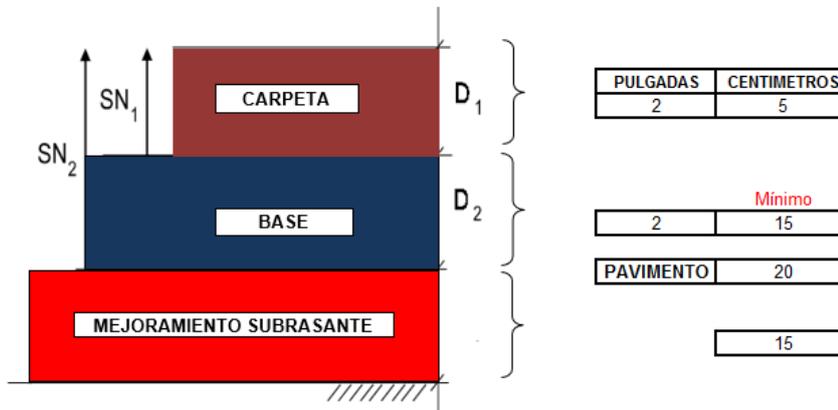
SN Requerido	Gt	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
0.94	-0.17609	4.77	4.77

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTE ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.33
Base Granular (a2)	0.14
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base Granular (m2)	1.00

ALTERNATIVA	SN req	SNresul	D1 (cm)	D2 (cm)
1	1.29	1.29	5	5
2	1.29	0.00		

Fuente: Elaboración propia.



**DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
METODO AASHTO 1993
CON ADITIVO PER COMPACT PLUS 21 L/M3**

PROYECTO: CALLE PARRA DEL RIEGO, DISTRITO DE SAPALLANGA,
PROVINCIA HUANCAYO, JUNÍN

FECHA: 01/10/2019

1. REQUISITOS DE DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	5.96E+04
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	3.8
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	65%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.385
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	11.50

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que se N18 Nominal = N18 Calculo)

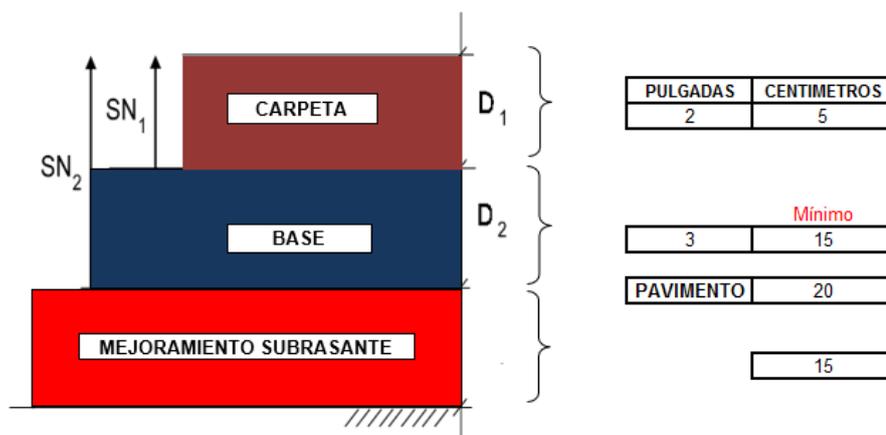
SN Requerido	Gt	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
1.12	-0.17609	4.77	4.77

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTE ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.33
Base Granular (a2)	0.14
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base Granular (m2)	1.00

ALTERNATIVA	SN req	SNresul	D1(cm)	D2(cm)
1	1.29	1.29	5	8
2	1.29	0.00		

Fuente: Elaboración propia.



PLANILLA DE METRADOS PARA PAVIMENTO SIN ADITIVO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)	TOTAL
01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	120.20	6.00	--	721.20
02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	100.00	6.00	--	600.00
03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE C/MAT. PRESTAMO	M3	100.00	6.00	0.30	180.00
04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	120.20	6.00	--	721.20
05	BASE GRANULAR	M3	100.00	6.00	0.20	120.00

PLANILLA DE METRADOS PARA PAVIMENTO CON ADITIVO 16L/M³

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)	TOTAL
01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	73.43	6.00	--	440.58
02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	100.00	6.00	--	600.00
03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE C/ADT. 16L/M ³	M3	100.00	6.00	0.15	90.00
04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	73.43	6.00	--	440.58
05	BASE GRANULAR	M3	100.00	6.00	0.15	90.00

PLANILLA DE METRADOS PARA PAVIMENTO CON ADITIVO 18L/M³

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)	TOTAL
01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	73.43	6.00	--	440.58
02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	100.00	6.00	--	600.00
03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE C/ADT. 18L/M ³	M3	100.00	6.00	0.15	90.00
04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	73.43	6.00	--	440.58
05	BASE GRANULAR	M3	100.00	6.00	0.15	90.00

PLANILLA DE METRADOS PARA PAVIMENTO CON ADITIVO 21L/M³

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)	TOTAL
01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	73.43	6.00	--	440.58
02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	100.00	6.00	--	600.00
03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE C/ADT. 21L/M ³	M3	100.00	6.00	0.15	90.00
04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	73.43	6.00	--	440.58
05	BASE GRANULAR	M3	100.00	6.00	0.15	90.00

➤ **Análisis de costos unitarios de las principales partidas involucradas:**

PARTIDA	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE							
Rendimiento	M3/DIA	M	350.0000	EQ	350.0000	COSTO POR: M3		3.86
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
	MANO DE OBRA							
52	CAPATAZ			HH	1.0000	0.0229	27.26	0.62
48	PEÓN			HH	1.0000	0.0229	15.30	0.35
	EQUIPOS							
41	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.97	0.03
62	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 Y 3			HM	1.0000	0.0229	125.00	2.86
	2.89							
PARTIDA	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE							
Rendimiento	M2/DIA	MO.	3,370.0000	EQ	3,370.0000	COSTO POR: M2		1.41
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
	MANO DE OBRA							
52	CAPATAZ			HH	0.5000	0.0012	27.26	0.03
57	OFICIAL			HH	1.0000	0.0024	17.00	0.04
48	PEON			HH	2.0000	0.0047	15.30	0.07
	0.14							
	MATERIALES							
22	AGUA PARA LA OBRA			M3		0.030	12.00	0.36
	0.36							
	EQUIPOS							
41	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.14	0.00
72	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton			HM	1.0000	0.0024	176.60	0.42
78	MOTONIVELADORA 130 – 135 HP			HM	1.0000	0.0024	202.60	0.49
	0.91							
PARTIDA	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE							
Rendimiento	M3/DIA	MO.	923.0000	EQ	923.0000	COSTO POR: M3		1.74
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
	EQUIPOS							
32	VOLQUETE 15 M3			HM	1.0000	0.0087	200.00	1.74
	1.74							

PARTIDA	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE SIN ADITIVO							
Rendimiento	M3/DIA	MO.	800.0000	EQ	800.0000	COSTO POR: M3		64.72
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
	MANO DE OBRA							
52	CAPATAZ			HH	0.1000	0.0010	27.26	0.03
48	PEON			HH	3.0000	0.0300	15.30	0.46
								0.49
	MATERIALES							
22	AGUA PARA LA OBRA			M3		0.1280	12.00	1.54
62	MATERIAL SELECCIONADO P/SUBRASANTE			M3		1.2000	47	56.40
								57.94
	EQUIPOS							
41	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.49	0.01
72	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton			HM	1.0000	0.0100	176.60	1.77
78	MOTONIVELADORA 130 – 135 HP			HM	1.0000	0.0100	190.00	1.90
81	CAMION CISTERNA (5,000 GLNS)			HM	2.0000	0.0200	130.40	2.61
								6.29

PARTIDA	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON ADITIVO 16 L/M3							
Rendimiento	M3/DIA	MO.	800.0000	EQ	800.0000	COSTO POR: M3		217.28
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
	MANO DE OBRA							
52	CAPATAZ			HH	0.1000	0.0010	27.26	0.03
48	PEON			HH	3.0000	0.0300	15.30	0.46
								0.49
	MATERIALES							
22	ADITIVO PER COMPACT PLUS			GAL		4.2000	49.76	208.99
62	AGUA PARA LA OBRA			M3		0.1260	12.00	1.51
								210.50
	EQUIPOS							
41	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.49	0.01
72	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton			HM	1.0000	0.0100	176.60	1.77
78	MOTONIVELADORA 130 – 135 HP			HM	1.0000	0.0100	190.00	1.90
81	CAMION CISTERNA (5,000 GLNS)			HM	2.0000	0.0200	130.40	2.61
								6.29

PARTIDA	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON ADITIVO 18L/M3							
Rendimiento	M3/DIA	MO.	800.0000	EQ	800.0000	COSTO POR: M3		247.14
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA								
52	CAPATAZ			HH	0.1000	0.0010	27.26	0.03
48	PEON			HH	3.0000	0.0300	15.30	0.46
								0.49
MATERIALES								
22	ADITIVO PER COMPACT PLUS			GAL		4.8000	49.76	238.85
62	AGUA PARA LA OBRA			M3		0.1260	12.00	1.51
								240.36
EQUIPOS								
41	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.49	0.01
72	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton			HM	1.0000	0.0100	176.60	1.77
78	MOTONIVELADORA 130 – 135 HP			HM	1.0000	0.0100	190.00	1.90
81	CAMION CISTERNA (5,000 GLNS)			HM	2.0000	0.0200	130.40	2.61
								6.29

PARTIDA	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON ADITIVO 21L/M3							
Rendimiento	M3/DIA	MO.	800.0000	EQ	800.0000	COSTO POR: M3		286.96
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA								
52	CAPATAZ			HH	0.1000	0.0010	27.26	0.03
48	PEON			HH	3.0000	0.0300	15.30	0.46
								0.49
MATERIALES								
22	ADITIVO PER COMPACT PLUS			GAL		5.6000	49.76	278.66
62	AGUA PARA LA OBRA			M3		0.1270	12.00	1.52
								280.18
EQUIPOS								
41	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.49	0.01
72	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton			HM	1.0000	0.0100	176.60	1.77
78	MOTONIVELADORA 130 – 135 HP			HM	1.0000	0.0100	190.00	1.90
81	CAMION CISTERNA (5,000 GLNS)			HM	2.0000	0.0200	130.40	2.61
								6.29

PARTIDA	BASE GRANULAR				COSTO POR: M3			87.64
Rendimiento	M3/DIA	MO.	357.0000	EQ	357.0000			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA								
52	CAPATAZ			HH	1.0000	0.0224	27.26	0.61
48	PEON			HH	4.0000	0.0896	15.30	1.37
1.98								
MATERIALES								
22	AGUA PARA LA OBRA			M3		0.1280	12.00	1.44
62	MATERIAL GRANULAR PARA BASE			M3		1.3000	58.20	75.66
77.10								
EQUIPOS								
41	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	1.98	0.06
72	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton			HM	1.0000	0.0224	176.60	3.96
78	MOTONIVELADORA 130 – 135 HP			HM	1.0000	0.0224	202.60	4.54
8.56								

Se ha realizado el análisis de costos teniendo en consideración lo siguiente:

- Longitud de carretera ubicada en el distrito de Sapallanga: 100 m.
- Ancho de plataforma: 6m
- Cantera de préstamo “Estrella” a 15 km de la obra.

Espesores de la capa del pavimento de acuerdo a cada dosificación.

Capa	Espesor de las capas de acuerdo a cada dosificación			
	0.00	16 L/m³	18 L/m³	21 L/m³
Carpeta asfáltica	5	5	5	5
Base granular	20	15	15	15
Subrasante mejorada	30	15	15	15
Total espesor pavimento (cm)	25	20	20	20

Fuente: Elaboración propia.

➤ Costo por los 100 m de pavimento sin aditivo

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	METRADO	P.U.	PARCIAL
01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	721.20	3.86	2,783.83
02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	600.00	1.41	846.00
03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	180.00	64.72	11,649.60
04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	721.20	1.74	1,254.89
05	BASE GRANULAR	M3	120.00	87.64	10,516.80
COSTO DIRECTO (S/)					27,051.12

➤ **Costo por los 100 m de pavimento con aditivo 16L/M³**

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	METRADO	P.U.	PARCIAL
01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	440.58	3.86	1,700.64
02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	600.00	1.41	846.00
03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON ADITIVO 16L/M3	M3	90.00	217.14	19,542.60
04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	440.58	1.74	766.61
05	BASE GRANULAR	M3	90.00	87.64	7,887.60
COSTO DIRECTO (S/)					30,743.45

➤ **Costo por los 100 m de pavimento con aditivo 18L/M³**

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	METRADO	P.U.	PARCIAL
01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	440.58	3.86	1,700.64
02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	600.00	1.41	846.00
03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON ADITIVO 18L/M3	M3	90.00	247.14	22,242.60
04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	440.58	1.74	766.61
05	BASE GRANULAR	M3	90.00	87.64	7,887.60
COSTO DIRECTO (S/)					33,443.45

➤ **Costo por los 100 m de pavimento con aditivo 21L/M³**

ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	METRADO	P.U.	PARCIAL
01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	M3	440.58	3.86	1,700.64
02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	600.00	1.41	846.00
03	MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE CON ADITIVO 21L/M3	M3	90.00	286.96	25,826.40
04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	440.58	1.74	766.61
05	BASE GRANULAR	M3	90.00	87.64	7,887.60
COSTO DIRECTO (S/)					37,027.25

➤ **Costo tentativo por los 100 m de pavimento con aditivo 12L/M³**

ADITIVO	GALON	CBR (%)	PROMEDIO	COSTO (S/)
12L/M3	3.20	7.6		26277.65

Anexo 7: *Panel fotográfico de la realización de los ensayos en Laboratorio*

Imagen 1: Juego de tamices para la realización del ensayo de granulometría.



Fuente propia.

Imagen 2: Tamizado de suelo natural de la calicata C-01



Fuente propia.

Imagen 3: Tamizado de suelo natural de la calicata C-02.



Fuente propia.

Imagen 4: Tamizado de suelo natural de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 5: Ensayo de Límite Líquido de suelo natural de la calicata C-01.



Fuente propia.

Imagen 6: Ensayo de Límite Plástico de suelo natural de la calicata C-01.



Fuente propia.

Imagen 7: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:6 de la calicata C-01.



Fuente propia.

Imagen 8: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:6 de la calicata C-01.



Fuente propia.

Imagen 9: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:7 de la calicata C-01.



Fuente propia.

Imagen 10: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:7 de la calicata C-01.



Fuente propia.

Imagen 11: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:8 de la calicata C-01.



Fuente propia.

Imagen 12: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:8 de la calicata C-01.



Fuente propia.

Imagen 13: Ensayo de Límite Líquido de suelo natural de la calicata C



Fuente propia.

Imagen 14: Ensayo de Límite Plástico de suelo natural de la calicata C-02.



Fuente propia.

Imagen 1: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:6 de la calicata C-02.



Fuente propia.

Imagen 16: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:6 de la calicata C-02.



Fuente propia.

Imagen 2: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:7 de la calicata C-02.



Fuente propia.

Imagen 18: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:7 de la calicata C-02.



Fuente propia.

Imagen 3: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:8 de la calicata C-02.



Fuente propia.

Imagen 20: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:8 de la calicata C-02.



Fuente propia.

Imagen 4: Ensayo de Límite Líquido de suelo natural de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 22: Ensayo de Límite Plástico de suelo natural de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 5: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:6 de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 24: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:6 de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 6: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:7 de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 26: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:7 de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 7: Ensayo de Límite Líquido con aditivo 1:8 de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 28: Ensayo de Límite Plástico con aditivo 1:8 de la calicata C-03.



Fuente propia.

Imagen 29: Ensayo de Proctor Modificado de suelo natural de la calicata C-01.



Fuente propia: Compactación de la muestra por capas.

Imagen 30: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:6 de la calicata C-01.



Fuente propia: Mezcla del suelo con la dilución del primer espécimen.

Imagen 8: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:7 de la calicata C-01.



Fuente propia: Peso del molde más la muestra compactada en 5 capas.

Imagen 32: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:8 de la calicata C-01.



Fuente propia: Registro de la masa del espécimen y molde.

Imagen 33: Ensayo de Proctor Modificado de suelo natural de la calicata C-02.



Fuente propia: Colocación de la mezcla en el molde por capas.

Imagen 34: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:6 de la calicata C-02.



Fuente propia: Mezcla de suelo más la dilución del segundo espécimen.

Imagen 9: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:7 de la calicata C-02.



Fuente propia: Colocación de la mezcla en el molde por capas.

Imagen 36: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:8 de la calicata C-02.



Fuente propia: Peso del molde más la muestra compactada en 5 capas.

Imagen 37: Ensayo de Proctor Modificado de suelo natural de la calicata C-03.



Fuente propia: Enrase del espécimen compactado con una regla recta.

Imagen 38: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:6 de la calicata C-03.



Fuente propia: Compactación de cada capa con 25 golpes.

Imagen 10: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:7 de la calicata C-03.



Fuente propia: Preparación de espécimen con la dilución.

Imagen 40: Ensayo de Proctor Modificado con aditivo 1:8 de la calicata C-03.



Fuente propia: Registro de la masa del espécimen y molde.

Imagen 11: Ensayo de CBR de suelo natural de la calicata C-01.



Fuente propia: Preparación de espécimen con la humedad óptima que se determinó con el Proctor Modificado.

Imagen 42: Ensayo de CBR con aditivo 1:6 de la calicata C-01.



Fuente propia: Compactación del espécimen en 3 capas.

Imagen 43: Ensayo de CBR con aditivo 1:7 de la calicata C-01.



Fuente propia: Retiro del collar y enrase del espécimen

Imagen 44: Ensayo de CBR con aditivo 1:8 de la calicata C-01.



Fuente propia: Compactación del espécimen en 3 capas.

Imagen 12: Ensayo de CBR de suelo natural de la calicata C-02.



Fuente propia: Enrase del espécimen compactado con una regla recta.

Imagen 46: Ensayo de CBR con aditivo 1:6 de la calicata C-02.



Fuente propia: Compactación del espécimen en 3 capas.

Imagen 13: Ensayo de CBR con aditivo 1:7 de la calicata C-02.



Fuente propia: Registro de la masa del espécimen y molde.

Imagen 48: Ensayo de CBR con aditivo 1:7 de la calicata C-02.



Fuente propia: Compactación del espécimen en 3 capas.

Imagen 14: Ensayo de CBR de suelo natural de la calicata C-03.



Fuente propia: Compactación del espécimen en 3 capas.

Imagen 50: Ensayo de CBR con aditivo 1:6 de la calicata C-03.



Fuente propia: Preparación de espécimen con la humedad óptima que se determinó con el Proctor Modificado.

Imagen 15: Ensayo de CBR con aditivo 1:7 de la calicata C-03.



Fuente propia: Compactación del espécimen en 3 capas.

Imagen 52: Ensayo de CBR con aditivo 1:8 de la calicata C-03.



Fuente propia: Registro de la masa del espécimen y molde.

Imagen 53: Ensayo de CBR de suelo natural de la calicata C-01, C-02 y C-03



Fuente propia: Moldes preparados para ser sumergidos en el tanque con la sobrecarga colocada.

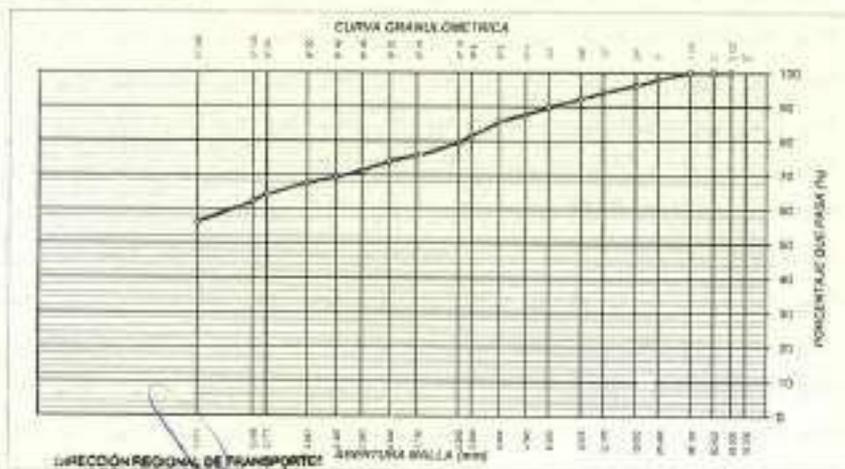
Anexo 8: *Resultados de ensayos de laboratorio*

*Resultados de ensayos de muestras de estudio sin aditivo
C-01, C-02 y C-03*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : MTC E 167, AASHTO T 88, ASTM D 422

SOLICITA : BACH, ANGELA ANDREA BRIDEÑO GUZMAN
 PROYECTO : IESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PERI COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL REIGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACIÓN : DRI SAPALLANGA - Ptek HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALIGATA : N° 01
 MATERIAL : SUB RASANTE
 TECNICO : M. HERRERA B.
 FECHA : 16/02/2019

MALLA (MESH) (mm)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				RESULTADOS DE ENSAYOS		
	Retenido (g)	Retenido (%)	RET (%)	FINA (%)	límite Líquido	límite Plástico	CLASIFICACIÓN
75	18.800	0.00	0.00	100	31.00	8.31	CL - A-A(4)
150	68.500	0.00	0.00	100	15.70%	UNICO	1H-1.70.70%
300	18.800	0.00	0.00	100.00	CALIGATA N°01 SUELO FINO CON PEQUEÑAS PARTICULAS DE PIEDRAS DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO OSCURO		
475	28.900	23.00	1.96	98.14			
750	18.800	30.10	1.87	98.27			
1060	12.700	32.01	1.98	98.29			
1490	8.025	30.00	1.96	92.42			
2000	5.380	31.00	2.00	89.73			
2500	4.780	31.00	2.00	87.67			
3000	3.280	32.07	2.01	85.08			
3500	2.280	32.50	2.01	81.43			
4000	2.080	32.60	2.01	79.28			
4750	1.190	32.67	2.00	76.70			
5500	0.840	32.67	1.67	74.03			
6300	0.690	32.60	2.00	71.18			
7100	0.470	32.44	2.01	69.17			
8000	0.260	32.00	1.93	67.64			
9000	0.170	32.00	2.01	64.53			
10000	0.140	32.00	2.10	62.15			
12500	0.014	32.00	6.13	56.02			
15000	0.000	32.00	56.00	-			
Peso total:		5613					



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 Luis J. Santa Cruz Vásquez
 JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTOS Y PAVIMENTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Ingeniería y Construcción
 Ing. Juan R. Alvarez Choza
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

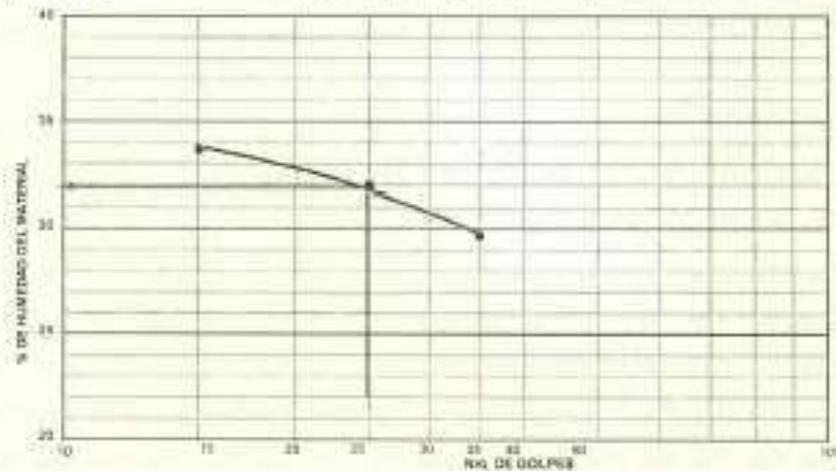
LIMITES DE ATTERBERG

METODO ASTM D 2922 Y ASTM D 2938

SOLICITA: BACH. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
PROYECTO: TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARECELOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE
TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLAMBA - HUANCAYO
UBICACIÓN: Dist. SAPALLAMBA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALCATA: N° 01
MATERIAL: SUBRASANTE

TECNICO: M HERRERA B
FECHA: 18/02/2019

No. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-3	T-25	T16	T-15	T-61	
PRUEBA PARA SUELO HUMEDO (W)	45.00	40.00	41.00	17.25	17.07	1
PRUEBA PARA SUELO SECO (P)	39.00	30.75	31.50	16.41	16.07	8
PRUEBA PARA SUELO SECO (P)	24.00	24.42	24.30	12.00	12.70	22.8
PRUEBA PARA SUELO SECO (P)	4.00	3.99	3.83	0.67	0.70	
PRUEBA PARA SUELO SECO (P)	11.00	12.33	12.50	3.81	3.00	
HUMEDAD (W) A 800 C/200	55.07	31.05	28.89	22.83	22.78	
No. DE GOLPES	75	25	30	1	8	81



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL: 31.05 %	LP: 22.78 %	IP: 8.31 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Luis J. Soria Cruz Vancura
INGENIERO LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CIVIL INGENIERO JUNÍN

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN
Oficina de Transportes y Comunicaciones

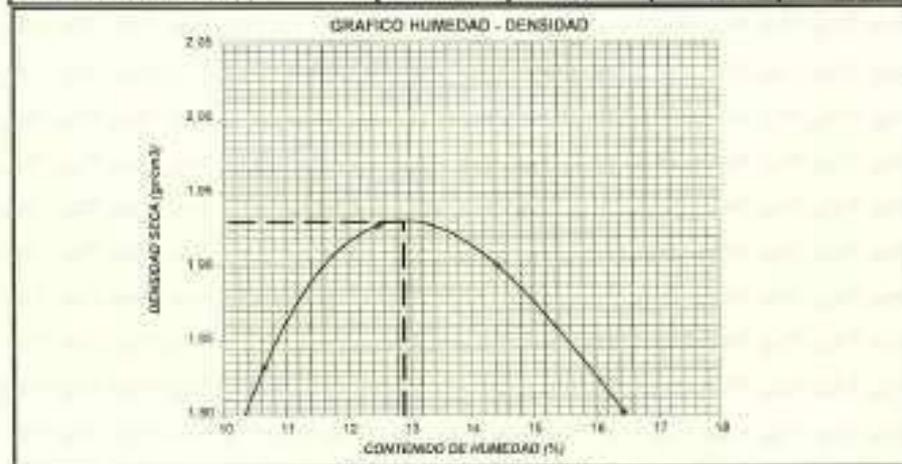
José Luis M. Anaya Coore
Ingeniero en Transportes y Comunicaciones

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA BACH. ANGELA ANDREA BRICIANO GUZMÁN
OBRA TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE
TRAMO CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN Dist. SAPALLANGA - Proc. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALICATA N° 01
MATERIAL SUBRASANTE
TECNICO WALDO HERRERA B
FECHA 18/03/2019

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo + molde (gr)	3075.0	4068.0	4175.0	4822.0
Peso del Molde (gr)	2006.0	2026.0	2226.0	2523.0
Peso del suelo húmedo (gr)	900.0	2042.0	2049.0	1899.0
Volumen del molde (cm ³)	940.0	942.0	942.0	942.0
Densidad húmeda (gr/cm ³)	0.957	2.168	2.175	2.016
Contenido de Humedad promedio (%)	10.8	12.0	14.4	10.8
Densidad seca (gr/cm ³)	1.922	1.920	1.901	1.800

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	T-08	T-02	T-16	T-18
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	285.5	290.0	292.5	196.0
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	185.5	209.0	183.4	176.5
Peso del agua (gr)	100.0	81.0	109.1	19.5
Peso del recipiente (gr)	25.4	40.0	43.1	42.7
Peso del suelo seco (gr)	160.1	169.0	140.3	133.8
Contenido de humedad (%)	10.64	17.48	14.43	15.45
Contenido de humedad promedio (%)	10.8	12.0	14.4	10.8



RESULTADOS DE ENSAYO		
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.93	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
		12.9

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
Luisa H. Santa Cruz Vásquez
JEFE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CIMENTOS Y ASFALTO

DIRECCIÓN REGIONAL - JUNÍN
Procedimiento de Transportes y Comunicaciones
Ing. Aldo E. Aguayo Córdova
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
METODO DE COMPACTACION AASHTO T-1900**

C.B.R.

SOLICITA
PROYECTO/OBRA

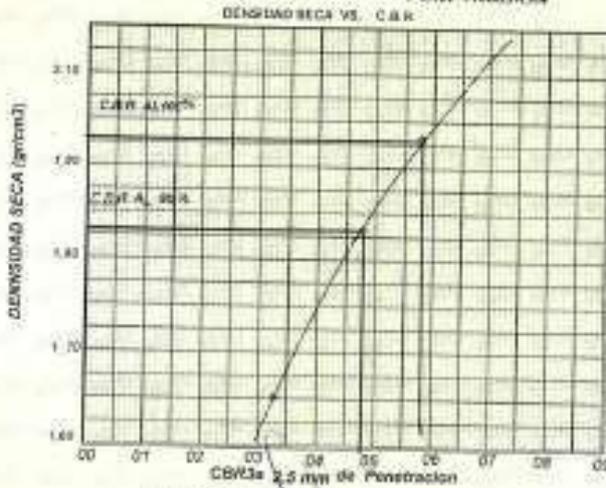
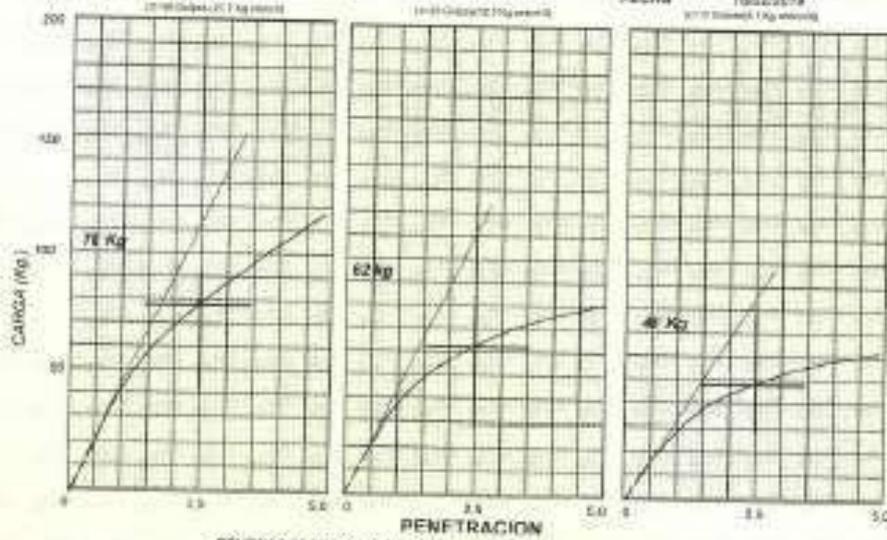
SBDY ANGELA ANDREA BRICHO GUZMAN
TESIS APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS
PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE

TRAMO
UBICACION DE OBRA

CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
Dist. SAPALLANGA
Prov. HUANCAYO
Dpto. JUNIN

CALCATA TECNICO Nº 07
RECVA 1852/019
MILRO HERRERA E

EXPANSION 1.42%



RESULTADO DE C.B.R.

M. A. S. Control	1.93
P. T. E. CM	72.90
C.B.R. AL 0% DE AGUA (W)	4.76
C.B.R. AL 1% DE AGUA (W)	4.80
Carica PATRON	1555.

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

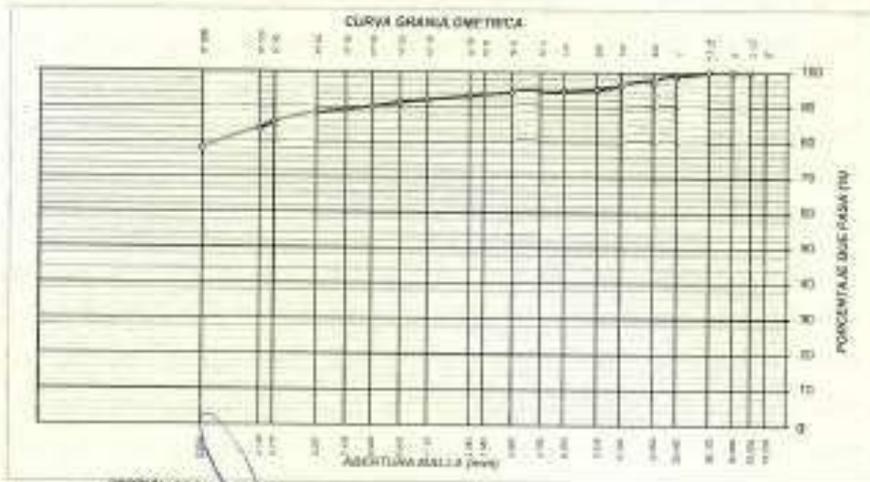
José J. Santa Cruz Vázquez
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONSTRUCCIÓN Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN
Dirección de Transportes y Comunicaciones
Ing. Julio E. Aguayo Oros
Ingeniero en Mecánica de Suelos, Asfalto y

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : MTC - E 167, AASHTO T 88, ASTM D 423

SOLICITA : RACH, ANGELA ANDREA BRICEÑO GUDIMAN
 PROYECTO : TESIS - APLICACION DEL ADITIVO PERI COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACION : D.M. SAPALLANGA - PISK HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA : N° 02
 MATERIAL : SUB RASANTE
 TECNICO : M. HERRERA B.
 FECHA : 18/02/2019

MESH TAMANO ABERTURA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				RESULTADOS DE ENSAYOS		
	ABERTURA (mm)	Peso (gramos)	RET (%)	PASA (%)	LÍMITE LIQUIDO	CLASIFICACION	LÍMITE PLASTICO
2"	50.800				25.50	CLASIFICACION SUSC. ASHTO A-4 (S)	
1 1/2"	33.500			100	17.65		
1 1/4"	30.000	0.00	0.00	100.00	7.85	CL	
1"	25.400	19.03	1.79	98.81	LÍMITE LIQUIDO	ESTIMADO	PROFUNDIDAD
3/4"	19.000	25.73	1.94	97.27	14.89%	UNICO	10-150 mm
10"	10.750	19.49	1.19	98.05	CALICATA N° 02 SUELO FINO SIN PEQUEÑAS PARTICULAS DE PIEDRAS DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO OSCURO		
20"	8.500	17.11	1.04	95.04			
30"	6.300	1.20	0.40	94.55			
40"	4.750	3.88	0.19	94.36			
60"	3.350	7.31	0.21	94.15			
75"	2.500	9.79	0.57	93.59			
100"	2.000	9.69	0.45	93.12			
150"	1.500	15.41	1.12	92.00			
200"	0.842	43.75	0.55	91.34			
300"	0.500	57.07	1.38	89.66			
425"	0.425	65.12	0.98	89.00			
600"	0.250	79.87	0.94	88.36			
750"	0.177	85.13	2.63	85.43			
1000"	0.149	90.74	7.81	83.63			
2000"	0.075	96.91	8.82	78.01			
2500"		100.00	78.01	-			
Peso total:	1842						



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Luis J. Santa Cruz Vásquez
 ESPECIALISTA DE MUESTREO DE SUELOS, CARRETEROS Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Transportes y Comunicaciones

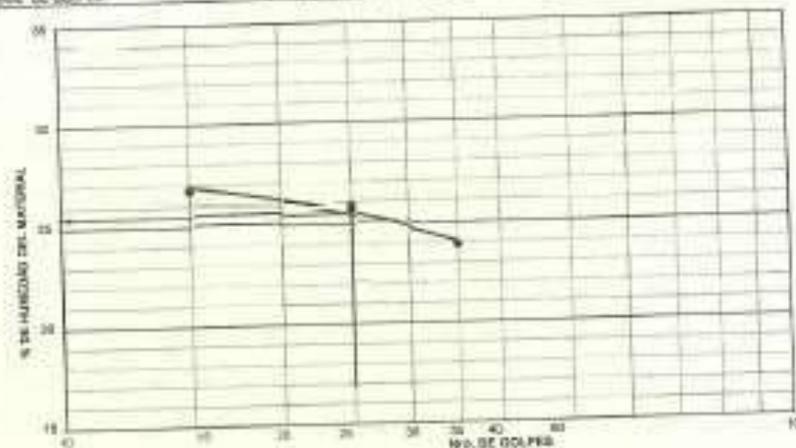
Ing. Julio R. Apaza Ciano
 INGENIERO EN MANTENIMIENTO DE CARRETERAS

LIMITES DE ATTERBERG

METODO AASHTO T 9900 Y ASTM D 4318M

SOLICITA: BASH ANGELA ANDREA BRICIO GUZMAN
PROYECTO: TESIS APLICACION DEL ARTIVO PCH COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB BASANTE
TRAMO: CALLE PATRIA DEL RISO - SAMPALLANGA - HUANCAYO
UBICACION: Dpto. SAMPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
CALCATA: N° 03
MATERIAL: SUB BASANTE
TECNICO: M. HERRERA D.
FECHA: 18/02/2019

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-65	T-20	T-10	T-18	T-10	
W _u DE DAMBASA	42.91	42.31	42.09	19.48	19.27	1
PRISO TARA + SUELO HUMEDO (H)	38.29	38.03	38.11	17.75	17.90	3
PRISO DE LA TARA SO.	34.38	34.39	34.33	14.08	13.75	4
PRISO DEL AGUA (W _u)	3.72	3.88	3.54	0.85	0.97	
PRISO SUELO SECO (P _d)	19.90	14.25	14.82	3.67	3.81	
HUMEDAD (W _u) EN RASANTE (H)	26.73	25.77	23.89	17.71	17.58	
Nº DE GOLPES	15	25	35	1	2	18



LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE PLASTICO	
L	%	LP	%	IP	%
25.90	%	17.05	%	7.85	%

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Luz J. Santa Cruz Villacorta
OFICINA LABORATORIO DE MECANICA
CALLE DEL CONCRETO VIALBAHO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
Dirección de Transportes y Comunicaciones

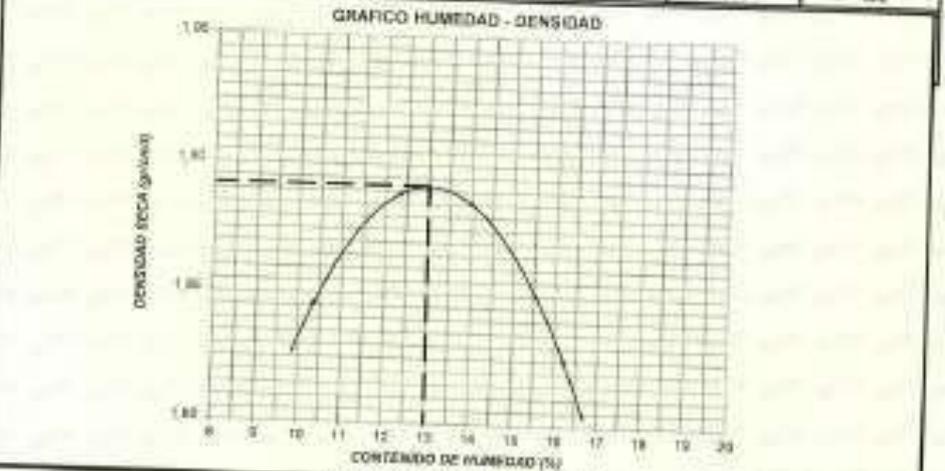
Fulgencio R. Alvarez Castro
Ingeniero de Transportes, Tránsito, Autómatas

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA OBRA: BACH. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
TESIS: APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARGILLOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE
TRAMO: CALLE PARRA DEL REGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACION: DIR. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
Nº DE CALICATA: Nº 02
MATERIAL: SUB RASANTE
TECNICO: RAURO HERRERA B
FECHA: 16/02/19

Determinación de la Densidad				
Peso del agua remota-Molde (gr)	6945.0	6073.0	4850.0	4326.0
Peso del molde (gr)	2072.0	2072.0	2072.0	2072.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1214.8	1899.4	2004.0	1099.0
Volumen del molde (cm ³)	942.0	942.0	942.0	942.0
Densidad Húmeda (g/cm ³)	2.877	2.527	2.149	2.121
Contenido de Humedad promedio (%)	13.4	12.2	14.0	16.2
Densidad Seca (g/cm ³)	1.89	1.800	1.860	1.835

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra Nº				
Responde Nº	T-23	T-22	T-14	T-6
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	257.7	304.7	323.0	199.9
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	219.9	189.2	300.0	176.6
Peso del agua (gr)	37.8	115.5	23.0	23.3
Peso del recipiente (gr)	36.0	30.7	41.0	32.0
Peso del suelo seco (gr)	184.1	158.5	159.0	144.6
Contenido de Humedad (%)	10.24	12.96	14.0	16.2
Contenido de humedad promedio (%)	10.4	12.9	14.0	16.2



RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	1.89	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.0

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
Luis J. Santos Ortiz Vásquez
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CIVIL Y GEOTECNIA

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
Dirección de Ingeniería y Construcción
Ing. Raúl R. Aguayo Cornejo
JEFE DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
MÉTODO DE COMPACTACIÓN AASHTO T-1900**

C.B.R.

SOLICITA
PROYECTO/OBRA

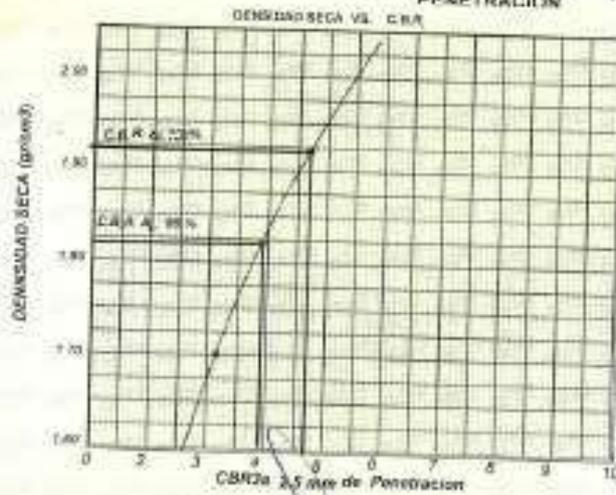
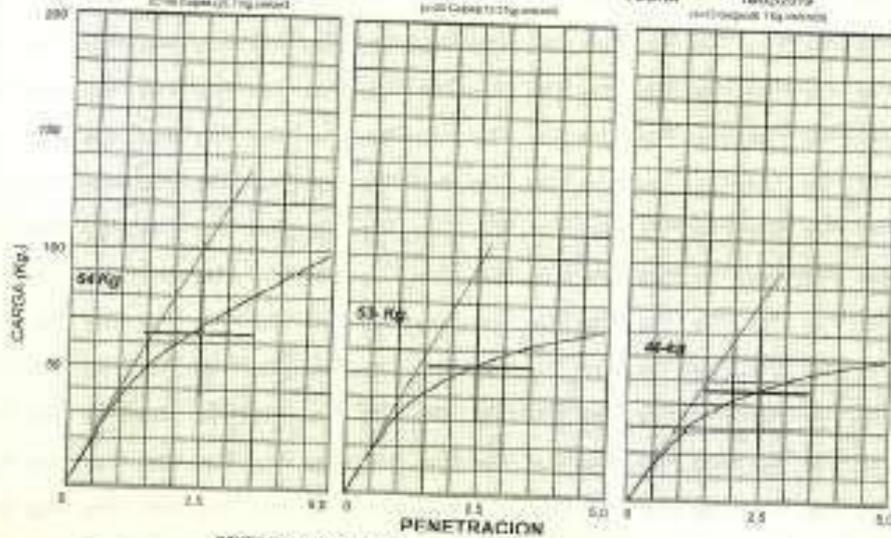
BACH ANGELA ANDREA BRICERO GUZMAN
TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUPERFICIES ARCILLOSAS
PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB BASE

TRAMO
UBICACIÓN DE OBRA

CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
Dist. SAPALLANGA
Prov. HUANCAYO
Dpto. JUNÍN

CALCATA Nº 03
TECNICO MARCO FERRERA R.
FECHA 18/03/2019

EXPANSION 1.50 %



RESULTADO DE C.B.R.

W. D. F. (g/100g)	1.90
M.C. N. (%)	12.50
C.B.R. A 20% DE H2O (%)	4.70
C.B.R. A 95% DE H2O (%)	3.90
CARGA PAVO	1265

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

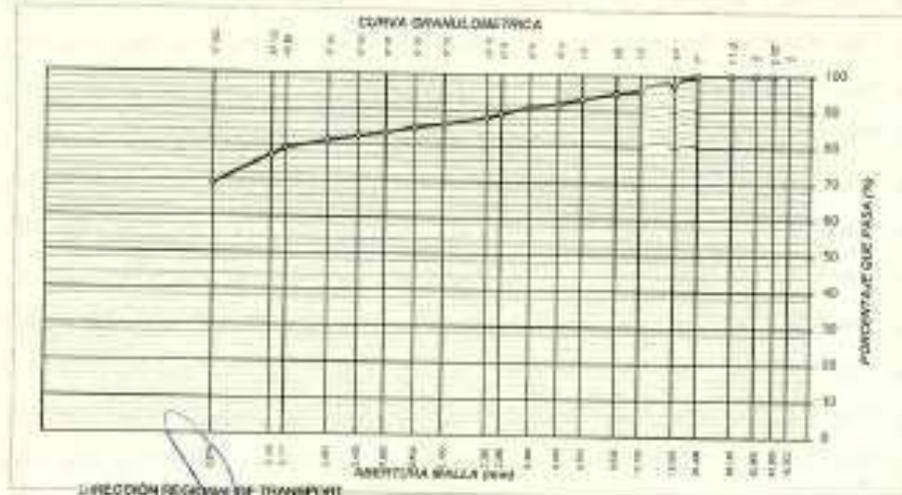
Calle J. Santa Cruz V. SANCHEZ
CERRO LABORATORIO DE MECANICA Y SUF DE COMPACTO A ASPHALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : RTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

SOLICITA I RACH, ANGELA ANDREA BRICERO GUZMÁN
PROYECTO TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE
TRAMO CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN Dist. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGIÓN JUNÍN
CALICATA N° 03
MATERIAL SUELO SÁSANTE
TECNICO M. HERRERA B.
FECHA 18/02/2018

MALLA NORMA ASTM/AASHTO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					RESULTADOS DE ENSAYOS		
	ABERTURA (mm)	Poros Retenido	RET (%)	PASA (%)	Retenido en N°	LÍMITE LIQUIDO	25.00	CLASIFICACION
2	75.000					LÍMITE PLÁSTICO	17.71	UNCL
4	47.500					ÍNDICE PLÁSTICO	7.69	CL
75	300.000	0.00	0.00	100.00				A-4 (7)
150	600.000	0.00	0.00	100.00				
300	1200.000	0.00	0.00	100.00				
425	1750.000	41.75	2.93	97.41				
600	2500.000	20.58	1.73	95.62				
750	3000.000	10.73	0.66	94.26				
1000	3750.000	5.58	1.77	93.19				
1500	4750.000	1.89	1.76	91.95				
2000	5000.000	1.21	0.94	91.00				
2500	5300.000	0.61	2.17	88.83				
3000	5600.000	0.46	1.55	87.78				
3750	6000.000	0.31	1.85	85.03				
4500	6400.000	0.16	0.87	85.06				
5250	6800.000	0.10	1.59	83.48				
6000	7200.000	0.05	1.15	82.32				
7500	7800.000	0.01	1.02	81.32				
9000	8400.000	0.01	2.37	78.65				
10600	9000.000	0.01	1.88	77.07				
12500	9750.000	0.01	7.91	69.58				
15000	10500.000	0.01	89.78					
Paso Final			1611					

CALICATA N° 03
SUELOS FINOS DE BAJA PLASTICIDAD
COLOR AMARILLO OSCURO



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Luis J. Santa Cruz Vásquez
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, OBRAS DE ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
Dirección de Transportes y Comunicaciones

Ing. Jairo M. Rosales Choza
Ingeniero de Laboratorio de Suelos

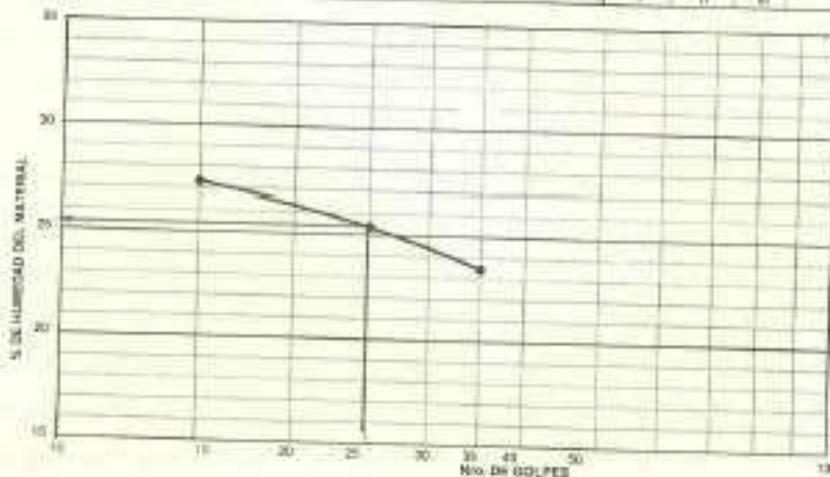
LIMITES DE ATTERBERG

METODO AASTHO D 1536 Y ASTM D 4222-99

SOLICITA : BACH ANGELA ANDREA BRICERO GUZMAN
 PROYECTO : TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARELLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUS RASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACIÓN : DISTR. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
 CALIDAD : IV.03
 MATERIAL : SUS RASANTE

TECNICO : M. HERRERA B.
 FECHA : 18/03/2019

No. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-33	T-99	T-10	F-05	T-18	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (H)	41.32	42.07	41.00	16.78	16.18	17.80
PESO TARA + SUELO SECO (S)	27.53	28.48	28.57	15.38	15.30	17.51
PESO DE LA TARA (C)	24.27	24.33	24.53	14.10	13.61	17.7
PESO DEL AG. (A)	3.58	3.58	3.23	0.98	0.83	
PESO SUELO SECO (B-C)	19.18	16.18	13.77	4.80	4.74	
HUMEDAD (W) = A/B * 100	20.26	28.57	28.48	17.90	17.91	
No. DE GOLPES	18	25	25	I	II	III



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL : 25.40 %	LP : 17.71 %	IP : 7.69 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Luis J. Santa Cruz Valdeon
 JEFE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN

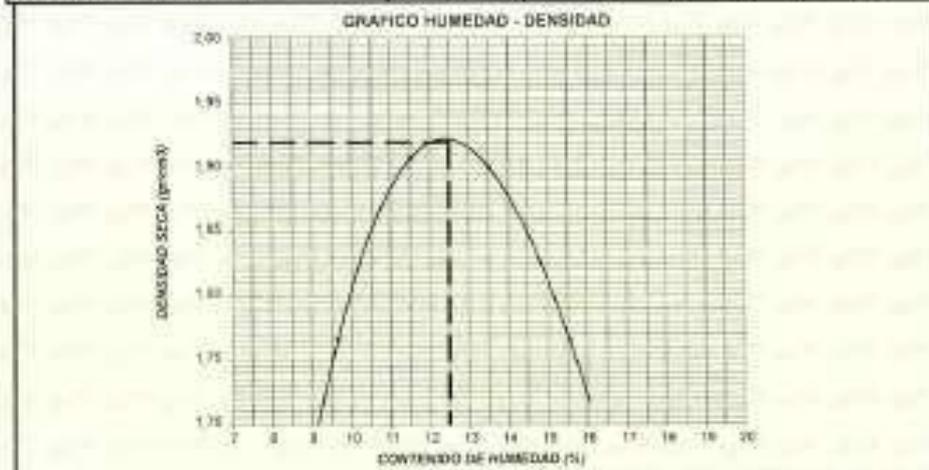
Director de Transportes y Comunicaciones
 Ing. Julio M. Abaque Coara

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA: BACH. ANGELA ANDREA BRICEÑO SUZMAN
OBRA: TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB BASANTE
TRANS: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN: Dist SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALICATA: N° 03
MATERIAL: SUB BASANTE
TECNICO: MAURO HERRERA B.
FECHA: 18/02/2019

Determinación de la Densidad				
Peso del molde en vacío (gr)	2850.0	4050.0	4058.0	3947.0
Peso del Molde (gr)	2120.0	2026.0	2028.0	2000.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1824.0	2004.0	1992.0	1682.0
Volumen del molde (cm ³)	943.0	942.0	942.0	942.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.934	2.127	2.117	1.796
Contenido de Humedad promedio (%)	8.7	11.9	13.6	15.8
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.764	1.867	1.900	1.708

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°				
Recipiente N°	T-23	T-25	T-09	T-53
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	224.1	244.7	292.4	280.7
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	215.0	223.1	252.5	175.1
Peso del agua (gr)	17.8	21.5	38.5	22.2
Peso del recipiente (gr)	34.0	38.0	45.0	35.7
Peso del suelo seco (gr)	181.7	185.1	207.1	143.8
Contenido de humedad (%)	9.80	11.91	13.52	15.56
Contenido de humedad promedio (%)	8.7	11.9	13.6	15.8



RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.92	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.5

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Luis J. Santa Cruz V. Asesor
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DIRECCIÓN REGIONAL JUNÍN
División de Transportes y Comunicaciones

José Carlos R. Aguayo Flores
Ingeniero en Mecánica de Suelos, Saneamiento y Agua

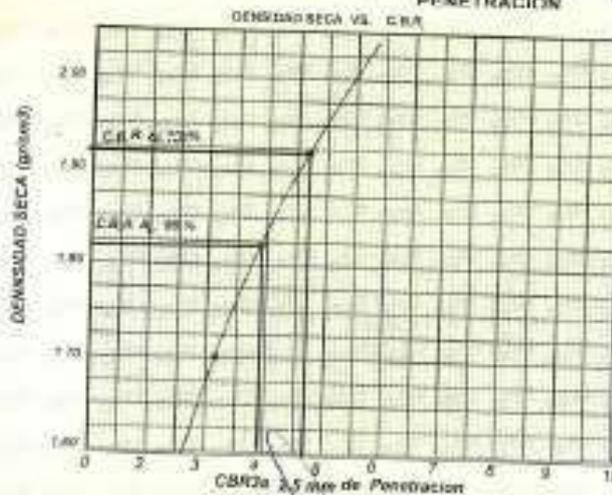
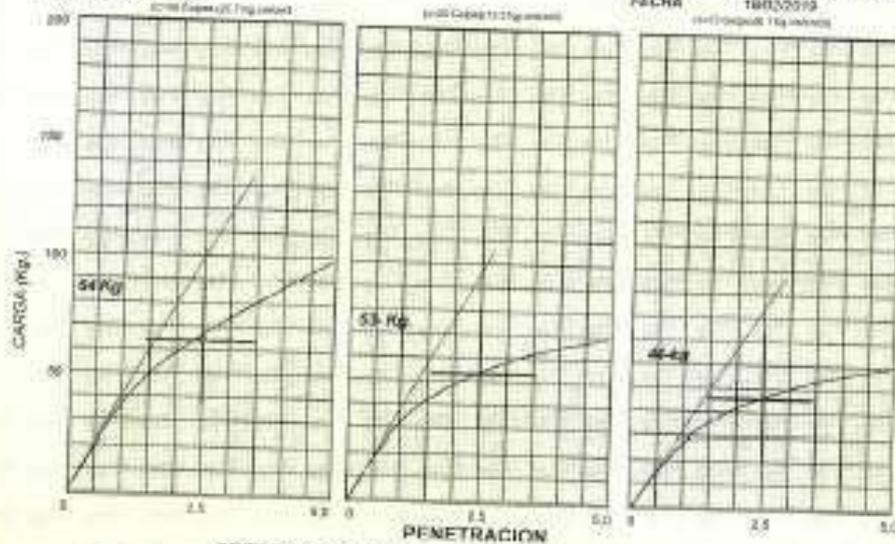
**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
METODO DE COMPACTACION AASITO F-100**

C.B.R.

SOLICITA: BACH ANGELA ANDREA BRICERO GUZMAN
PROYECTO: TESIS APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SURFOS ARCOLLOS DE
PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB BASANTE
TRAMO: CALLE PARRA DEL REGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACION DE OBRA: Dist. SAPALLANGA
Prov. HUANCAYO
Dpto. JUNIN

CALCATA: N° 03
TECNICO: MAGRO HERRERA R.
FECHA: 18/02/2019

EXPANSION 1.50 %



RESULTADO DE C.B.R.

W (%) (apto)	1.92
M.C.N. (%)	12.50
C.B.R. A 1.5% DE ALD. (%)	4.70
C.B.R. A 2.5% DE ALD. (%)	3.90
CARGA ESTIMADA	1205

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNIN

Calle 4, Santa Cruz Viquez
C/5 de La Olla Negro, SANCAYO
y 500 de Chuquiaguay, HUANCAYO

*Resultados de ensayos con aditivo: dosificación 16 L/m³ de C-01, C-02 y C-03
(Dilución 1:8)*

LIMITES DE ATTERBERG

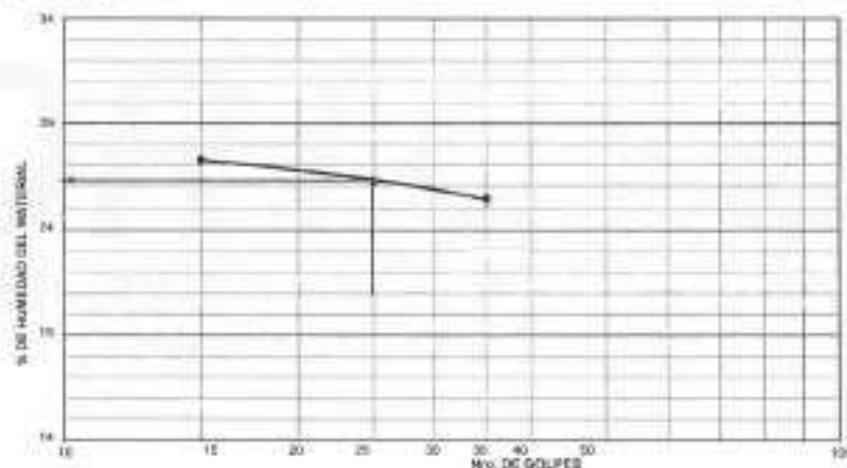
MÉTODO ÁSHTO T-998 Y ÁSHTO D-1534/21

SOLICITA: BACH, ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO: TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PERI COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
 TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SARALLANGA - HUARCAYO
 UBICACIÓN: DRI SARALLANGA - Pdv. HUARCAYO - REGION JUNÍN
 CALICATA: N° 01 CON ADITIVO 1.8
 MATERIAL: SUS RASANTE

TECNICO : M. HERRERA B.

FECHA : 2005/05/19

Mts. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-01	T-03	T-10	T-17	T-18	
PEÑO TAMA - SUELO HURCO (A)	42.43	32.42	42.79	17.98	18.25	I 21.01
PEÑO TAMA - SUELO SECO (B)	38.81	30.53	38.47	12.15	12.21	II 21.37
PEÑO DE (A) TAMA (C)	24.34	24.46	24.21	13.45	13.28	III 21.3
PEÑO DEL AGUA (A-B)	3.88	3.73	3.07	0.79	0.84	
PEÑO SUELO SECO (B-C)	14.28	14.24	14.26	3.76	3.88	
HUMEDAD (A)-(A-B) (C) 100	27.23	28.21	25.39	21.01	21.37	
Mts. DE GOLPES	15	25	25	I	II	III



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL : 26.20 %	LP : 21.19 %	IP : 5.01 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Ing. J. SÁNCHEZ CRUZ VÁSQUEZ
 INGENIERO EN SISTEMAS DE MEDICIÓN
 T. 076 05 2140670000

DIRECCIÓN REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Transportes y Comunicaciones

Ing. Silvio R. Ayuppa Coore
 INGENIERO EN SISTEMAS DE MEDICIÓN



Desarrollado con la fuerza del pueblo!



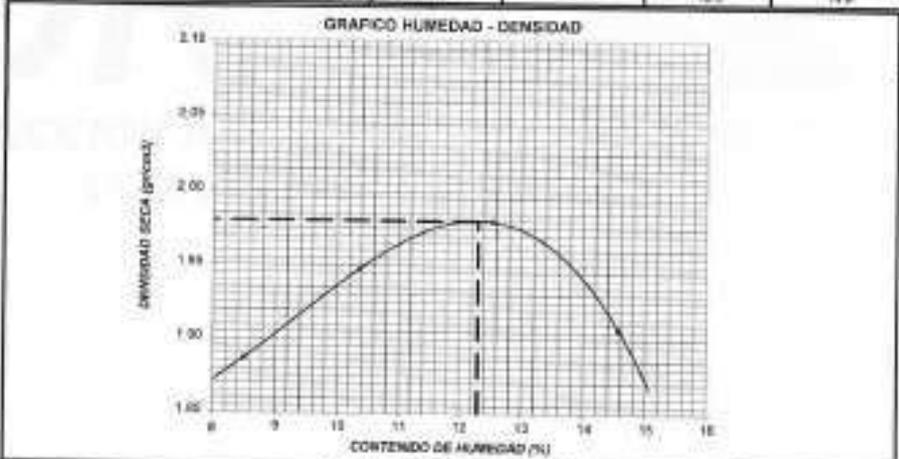
0000035

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA OBRA: BACH ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMÁN
TRAMO UBICACIÓN: TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
 CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
CALCATA: Dist. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - Región JUNÍN
MATERIAL: N° 01 CON ADITIVO 1.8 SUB RASANTE
TECNICO: MAURO HERRERA B.
FECHA: 22/05/2019

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo (Moldo) (gr)	2254.0	4330.0	4125.0	4004.0
Peso del Molde (gr)	2008.0	2926.0	2726.0	2038.0
Peso del suelo - húmedo (gr)	252.0	1404.0	1399.0	1966.0
Volumen del molde (cm ³)	942.0	942.0	942.0	942.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.67	1.49	1.48	2.09
Contenido de Húmedo (promedio) (%)	8.3	10.4	12.5	14.8
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.96	1.34	1.30	1.80

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°				
Recipiente V°	T-15	T-04	T-07	T-25
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	286.1	218.3	311.1	220.8
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	250.4	201.1	291.3	206.3
Peso del agua (gr)	35.7	17.2	19.8	14.5
Peso del recipiente (gr)	44.3	35.7	43.7	36.0
Peso del suelo seco (gr)	206.1	165.4	247.6	170.3
Contenido de humedad (%)	17.3	10.39	12.54	14.97
Contenido de humedad promedio (%)	15.0	12.4	12.5	14.8



RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.98	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.3

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 ASIS. V. SANTIAGO CHIS V. RIVERA
 REPRESENTANTE DEL COMITÉ DE SEGURIDAD DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Operaciones y Coordinación
 Ing. Julio R. Augusto Castro
 Subdirector de Integración de Proyectos

Av. Arterial N° 376 - Chilca - Huancayo - Junín

pomvich@hotmail.com

064 216809

Government of Junín social media icons and text: Gobierno Regional JUNÍN



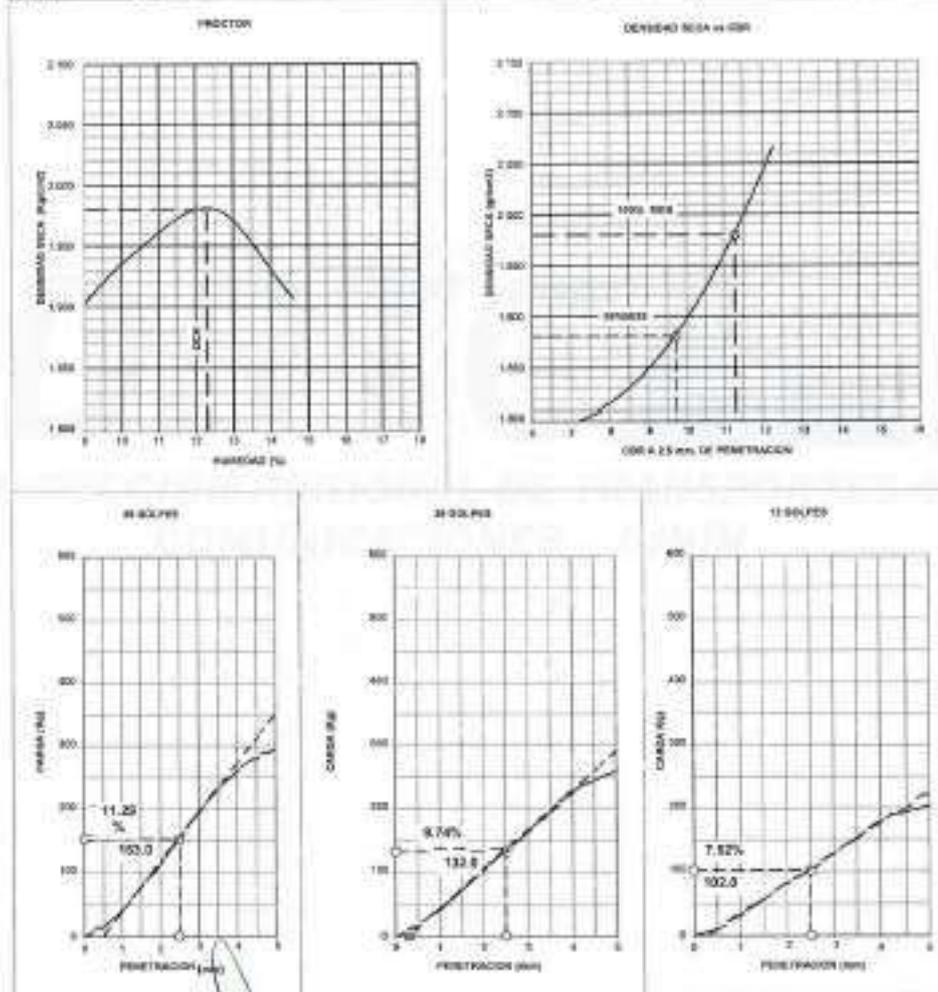
Trabaja con la fuerza del pueblo!



000038

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Bach. Angélica Andrea Sotoca Guzman	METODO DE COMPACTACION	%
PROYECTO	Tarea Aplicación del estudio Por Contacto Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub base	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.99
UBICACION	Dist. SPALLANSA - Prov. HUANCAYO - Depto. Junín	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.50
TRAMO	Calle Pardo del Riego - Spallansa - Huancayo	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	11.29
CALICATA	Nº1 - CON ADITIVO 1:3	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	9.74
RESP. DEL AREA	L. Santa Cruz V.	% RET. BALLA 3/4"	1.67
TECNICO	M. Herrera B.	SUCS	ML-CL LL 27.50 IP 5.94 P ₂₀₀ 2.98
FECHA	23-May-19	EMBEUDO (Días)	4
		EXPANSION (%)	0.34
		ABSORCION (%)	7.4
		% w de PLASTIFICACION	19.7



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Ing. J. Santa Cruz Vásquez
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMARCA
CALLE DEL COMERCIO 140 - ARENAL 90

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
Dirección de Transportes y Comunicaciones

Ing. Julia R. Ayupe Ceora
Subdirectora Operativa de Mantenimiento



Av. Arterial N° 376 - Chilca - Huancayo - Junín



ponvich@hotmail.com



064-216889



GOBIERNO REGIONAL JUNÍN

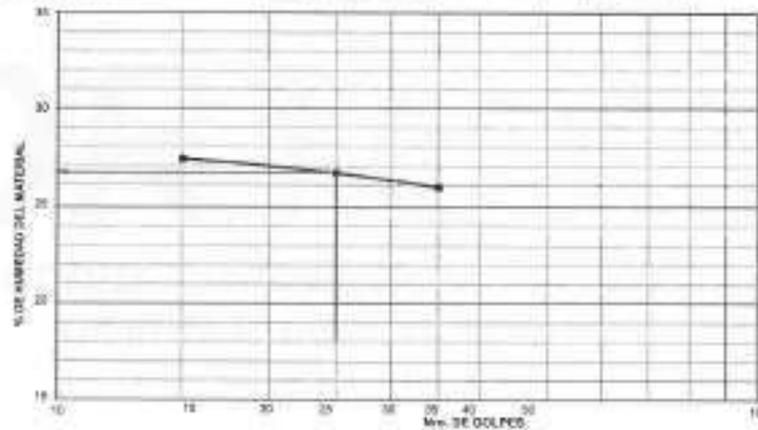
LIMITES DE ATTERBERG

RETRON 44810, T-6091 Y 45193-42404

SOLICITA RACH, ANGELA ANDREA BRICEÑO QUOMAN
 PROYECTO TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE
 TRAMO CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACIÓN DRE SAPALLANGA - PARRA HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA N° 02 CON ADITIVO 1.8
 MATERIAL SUBRASANTE

TECMCO M HERRERA B
 FECHA 23/02/2018

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-65	T-87	T-12	T-65	T-87	T-12
MO DE CAPSULA						
PESO TARA + SUELO HUMEDO (A)	41.67	41.47	41.81	19.67	19.01	19.18
PESO TARA + SUELO SECO (B)	37.04	37.87	38.43	18.67	17.96	18.38
PESO DE LA TARA (C)	24.31	24.36	24.84	14.08	13.08	14.84
PESO DEL AGUA (A-B)	3.73	3.60	3.37	1.00	1.05	0.80
PESO SUELO SECO (B-C)	12.63	12.52	12.59	4.59	4.91	4.54
HUMEDAD (W) = (A-B)/C x 100	27.37	26.62	25.98	21.79	21.39	21.50
MO DE GOLPE	15	25	35	1	1	1



LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE PLASTICO	
LL	%	LP	%	IP	%
26.70		21.59		5.11	

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

José J. Sánchez Cruz Vásquez
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Transportes y Comunicaciones

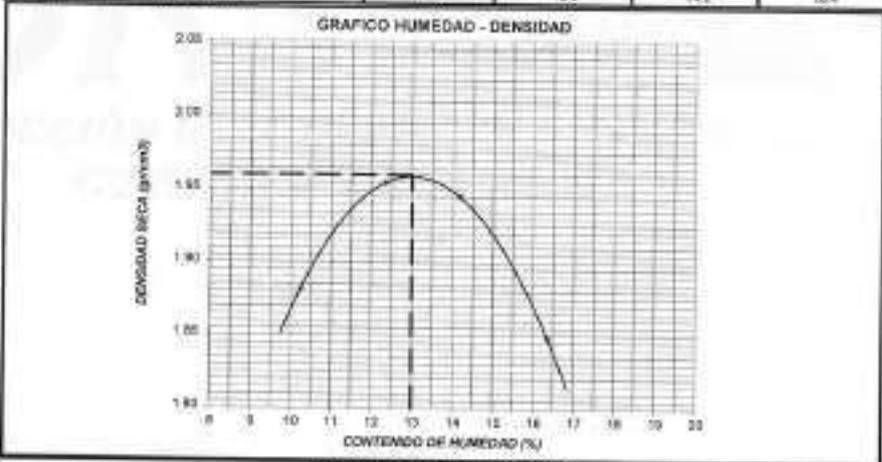
Diego Julio R. Anaya Cortés
 SOLOCO INGENIERO

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA OBRA: BACH: ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
TRAMO UBICACIÓN: TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
 CALLE PARRA DEL REGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN: DICI SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALICATA: N° 02 CON ADITIVO 1:8
MATERIAL: SUB RASANTE
TÉCNICO: MAURIO HERRERA B.
FECHA: 23/05/2018

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (g)	3585.0	4685.3	4715.0	4952.0
Peso del molde (g)	200.0	200.0	200.0	200.0
Peso del suelo húmedo (g)	1854.8	2890.0	2900.0	2900.0
Volumen del molde (cm ³)	947.0	940.0	943.0	943.0
Densidad (Húmeda) (g/cm ³)	2.074	2.196	2.221	2.151
Contenido de Humedad promedio (%)	10.2	12.3	14.2	15.4
Densidad Seca (g/cm ³)	1.881	1.955	1.945	1.849

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	T-03	T-20	T-18	T-2
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (g)	219.0	200.5	218.3	218.2
Peso del recipiente + suelo seco (g)	202.6	202.6	196.7	193.8
Peso del agua (g)	17.1	22.7	21.8	23.4
Peso del recipiente (g)	35.6	44.1	44.1	35.7
Peso del suelo seco (g)	167.0	182.7	152.8	155.2
Contenido de humedad (%)	10.24	12.34	14.18	15.25
Contenido de humedad promedio (%)	10.2	12.3	14.2	15.4



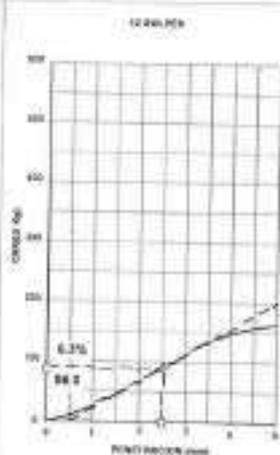
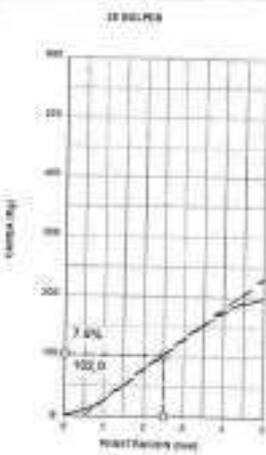
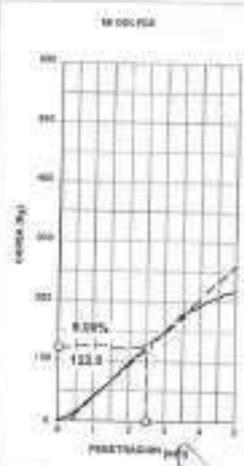
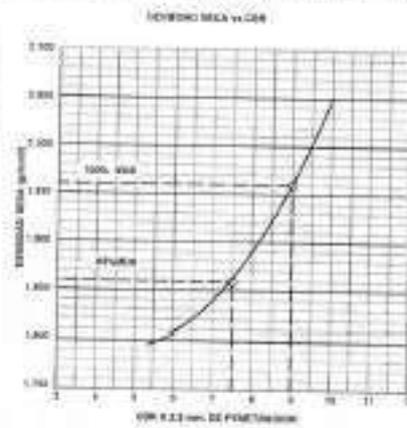
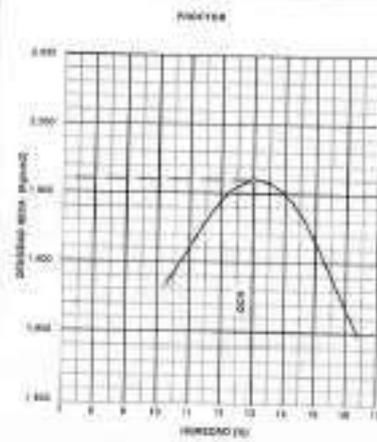
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	1.96	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.0

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 Ing. J. Sandra Cruz Wainwright
 (FOLIO LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, COLEGIO Y ASESOR)

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Transportes y Comunicaciones
 Ing. Julio R. Ayague Coora
 Sub Director de Infraestructura, Tránsito, Asesoría y A.P.

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Rein, Argola Anaxia Rivas Garmas	MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
PROYECTO	Traza Aplicación Detallada Por Compactación en sub base	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.95
	análisis para la estabilización de la sub base	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.0
UBICACIÓN	Dist. SAMPAYAC - Prov. HUANCAYO - Depto. JUNÍN	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	8.3
TRAMO	Calle Fiere del Riego - Sumbuyo - Huancayo	CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	7.8
CALCATA	AP2 - CONVICTIVO - 10'	% RET. MUELA 20"	1.54
		% RET. MUELA 30"	0.38
		% RET. MUELA 40"	0.09
RESP. DEL AREA	L. Santa Cruz V.	SUCS : ML-CL	LL : 38.70
			SP : 8.11
TECNICO	M. Herrera B.	EMBEZADO (Días)	4
FECHA	23 may 18	EXPANSION (%)	0.14
		ABSORCION (%)	5.8
		% de PENETRACION	18.8



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Laura J. Sandoval Cruz V. COORDINADORA GENERAL DE PROGRAMAS

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN
 Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones
 JUNÍN



Av. Arterial N° 376 - Chilca - Huancayo - Junín



ponovich@hotmail.com



064 216809



GOBIERNO REGIONAL JUNÍN



0000034

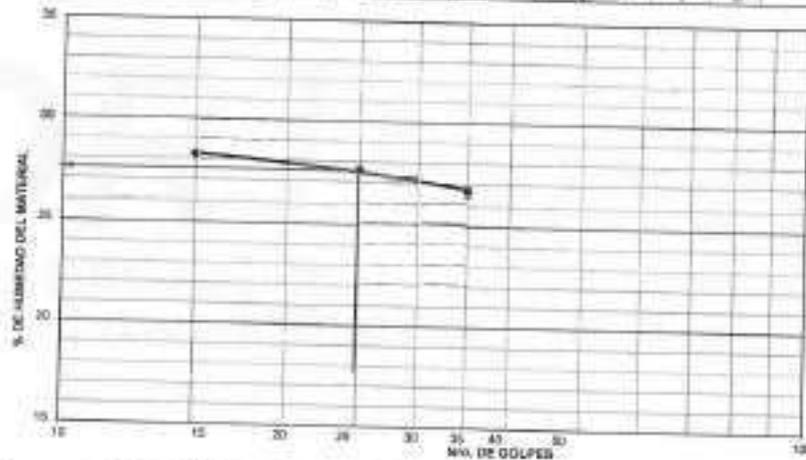
LIMITES DE ATTERBERG

METODO AASHTO T-99B Y ASTM D-4243A

SOLICITA : BACH. ANGELA ANDREA BRICERO OLIZMAN
 PROYECTO : TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PERI COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL REGO - SAPALLANCA - HUANCAYO
 UBICACIÓN : DISTR. SAPALLANCA - PROV. HUANCAYO - REGIÓN JUNÍN
 CALICATA : N° 03 CON ADITIVO 1.8
 MATERIAL : SUB RASANTE

TECNICO : M. HERRERA B.
 FECHA : 23/05/2018

Nº. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-61	T-99	T-15	T-07	T-12	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (M)	43.83	44.22	43.41	16.95	16.84	21.84
PESO TARA + SUELO SECO (M)	39.52	40.19	38.84	17.64	16.93	21.25
PESO DE LA TARA (C)	24.70	23.22	24.63	13.24	13.72	22.0
PESO ORO. AGUA (M/B)	4.21	4.13	3.77	1.51	0.94	
PESO SUELO SECO (M/C)	14.62	14.57	14.18	4.53	4.09	
HUMEDAD (W) % (M/C) (M)	28.22	27.54	25.84	21.96	21.56	
Nº. DE GOLPES	15	25	35			



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL : 27.50 %	LP : 21.36 %	IP : 5.54 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Luis J. Sánchez Ortiz Vásquez
 DEPARTAMENTO DE REGISTRO DE VEHICULOS
 Y AUTOS. C/RENOVO Y APT. 10

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN

DIRECCIÓN DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

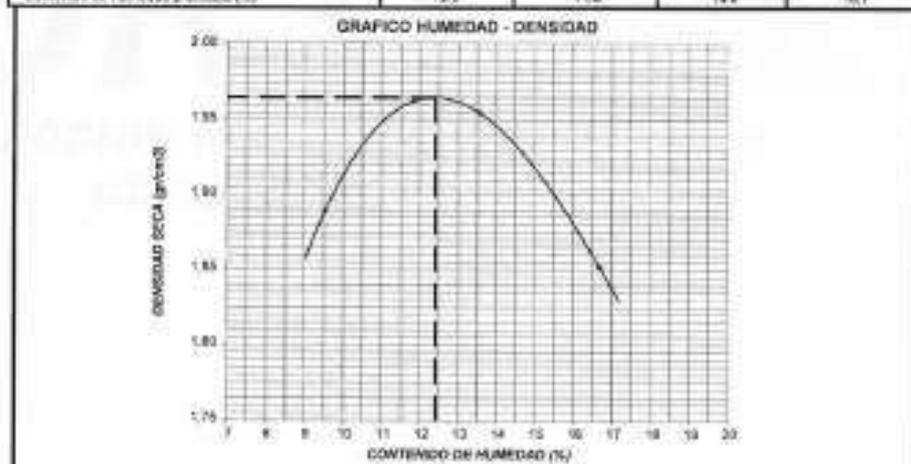
Ing. Willy R. Anaya Coiro
 SACO de Mantenimiento de Vías

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D-1557)

SOLICITA OBRA: BACH. ANGELA ANDREA BRICERO GUZMAN
TRAMO UBICACIÓN: TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
CALICATA: CALLE PARRA DEL RIECO - SAPALLANGA - HUANCAYO
MATERIAL: Dist. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - Región JUNÍN
TECNICO: MAURO HERRERA D.
FECHA: 23/05/2018

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo + molde (gr)	3075.0	3094.0	3117.0	3162.0
Peso del molde (gr)	2028.0	2029.0	2026.0	2026.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1047.0	1065.0	1091.0	1136.0
Volumen del molde (cm ³)	942.0	942.0	942.0	942.0
Densidad Humada (gr/cm ³)	2.078	2.155	2.220	2.161
Contenido de Humedad promedio (%)	9.2	11.8	13.8	16.7
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.889	1.900	1.958	1.852

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	T-21	T-19	T-23	T-24
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	244.2	230.3	238.6	188.7
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	226.0	217.1	205.3	180.3
Peso del agua (gr)	18.2	13.2	33.3	8.4
Peso del recipiente (gr)	55.7	45.5	33.4	28.9
Peso del suelo seco (gr)	166.4	221.4	172.0	131.4
Contenido de humedad (%)	8.54	11.83	13.54	16.7
Contenido de humedad promedio (%)	9.5	11.6	13.8	16.7



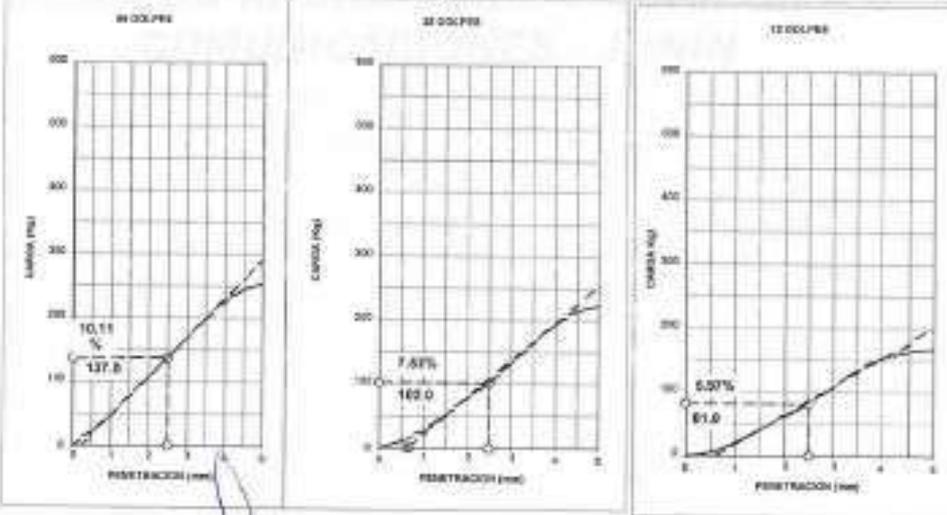
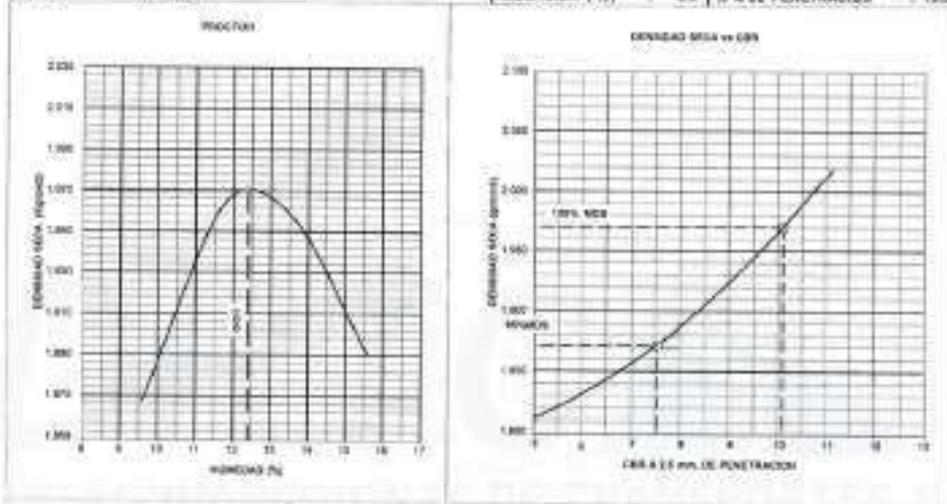
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.97	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.4

GOBIERNO REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 Dra. J. Santa Cruz Vilagomez
 INGENIERA EN MECANICA DE SUELOS CIVIL (C) Y ARQUITETA

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 Ing. Mauro R. Arceaga Corea
 Subdirector de Estudios y Proyectos

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Ing. Angélica Andrea Briceno Guzmán	METODO DE COMPACTACION	"A"
PROYECTO	Trazo Aprobación del camino Per Compact Plus en la zona agrícola para la estabilización de la sub base	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.97
UBICACION	Fin SAPALLAMA - Fin. Huancayo - Depto JUNIN	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.4
TRAMO	Calle Parra del Rojo - Sapallama - Huancayo	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	42.11
CALICATA	Nº5 - CON ACTIVADO 1.0	CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	7.82
RESP. DEL AREA	L. Santa Cruz V.	% RET. MALLA 20"	2.88 30" = 0.66 N ^º = 1.14
TECNICO	M. Herrera S.	SUCS	ML - CL LL 27.80 IP = 8.54 Po = 2.50
FECHA	23-may-19	ENFRIADO (Días)	4
		EXPANSION (%)	1.21
		ABSORCION (%)	6.8
		% w de PENETRACION	15.0



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNIN

Luis J. Santos Cruz Vásquez
 INGENIERO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 INGENIERO DE TRÁNSITO

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNIN

Ing. Julio R. Ayupe Coor.
 INGENIERO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Resultados de ensayos con aditivo: dosificación 18 L/m³ de C-01, C-02 y C-03
(Dilución 1:7)

LIMITES DE ATTERFERG

METODO AASHTO T-99 y T-107 y ASTM D4233-04

SOLICITA: BACH ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO: TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARGILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
 TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACION: DM: SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA: N° 01 CON ADITIVO 17
 MATERIAL: SUB RASANTE

TECNICO : M. HERRERA D.
 FECHA : 2024/02/18

Nro. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-99	T-07	T-12	T-12	T-03	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (M)	42.21	42.97	41.11	12.16	16.91	20.27
PESO TARA + SUELO SECO (N)	38.83	39.35	38.10	18.28	17.74	20.07
PESO DE LA TARA (C)	25.24	24.34	24.84	13.78	13.53	28.8
PESO DEL AGUA (A-B)	3.53	3.62	3.01	0.91	0.97	
PESO SUELO SECO (B-C)	13.44	15.01	13.39	4.48	4.21	
HUMEDAD (W) = (A-B) / (B-C) x 100	26.26	24.12	22.53	20.27	20.67	
Nro. DE GOLPES	15	25	35			



LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE PLASTICO	
L	%	LP	%	IP	%
	24.43		20.47		3.93

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNIN

Carla J. Santa Cruz Vásquez
 Ingeniera en Mecánica

GOBIERNO REGIONAL - JUNIN
 Dirección de Transportes y Comunicaciones

Ing. Julio R. Arsuaga Coiro
 Ingeniero en Mecánica

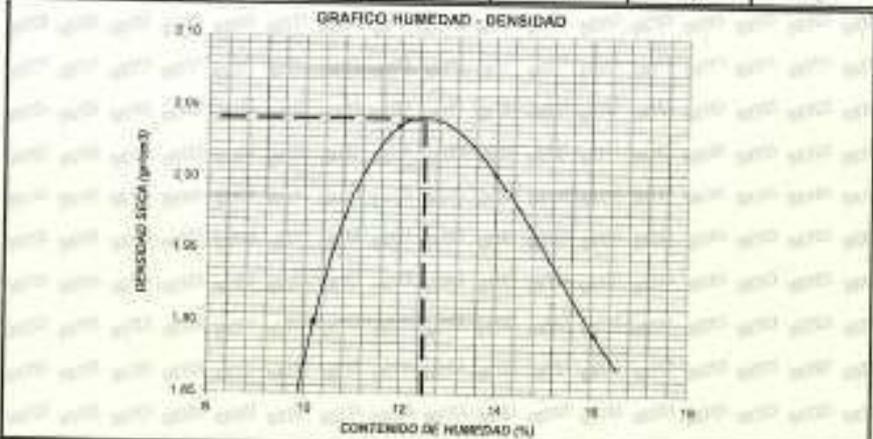
PROCTOR MODIFICADO ASTM (D-1557)

SOLICITA BACH. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
OBRA TESIS APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE
TRAMO CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALANGA - HUANCAYO
UBICACION Dist. SAPALANGA - Prov. HUANCAYO - Region JUNIN
CALICATA N° 01 CON ADITIVO 1:7
MATERIAL SUB RASANTE

TECNICO WAJRD HERRERA R
FECHA 28/04/2019

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo + Molde (gr)	3843.3	4176.0	4176.0	3894.2
Peso del molde (gr)	2320.3	2930.0	3020.0	2628.3
Peso del suelo húmedo (gr)	1523.0	2146.0	2156.0	1265.9
Volumen del molde (cm ³)	342.0	342.0	342.0	342.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	4.453	6.275	6.275	3.699
Contenido de humedad promedio (%)	10.2	12.0	12.0	16.7
Densidad Seca (g/cm ³)	4.004	5.555	5.555	3.191

Determinación del Mejor Contenido Humiditativo				
Muestra N°	Y-20	Y-14	Y-07	Y-22
Respecto a:				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	2311.1	243.4	2354	2081
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	2567	227.3	2154	1918
Peso del agua (gr)	35.4	22.5	34.1	33.7
Peso del recipiente (gr)	54.3	42.5	33.7	38.7
Peso del suelo seco (gr)	190.5	167.6	171.9	145.1
Contenido de humedad (%)	18.27	11.66	14.59	14.98
Contenido de humedad promedio (%)	16.7	12.0	14.0	16.7



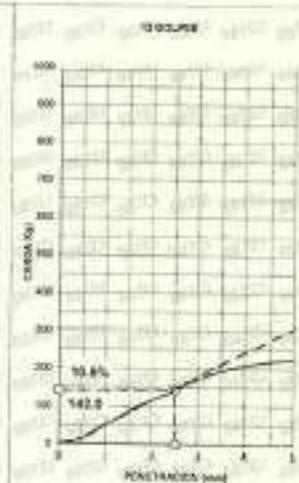
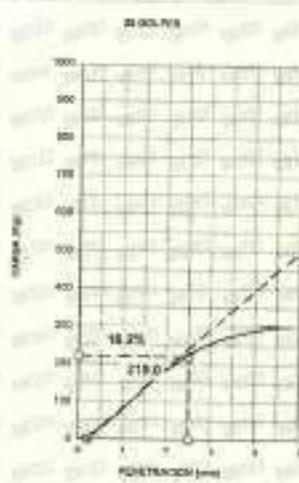
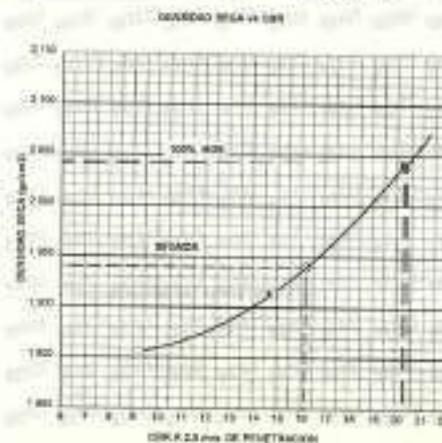
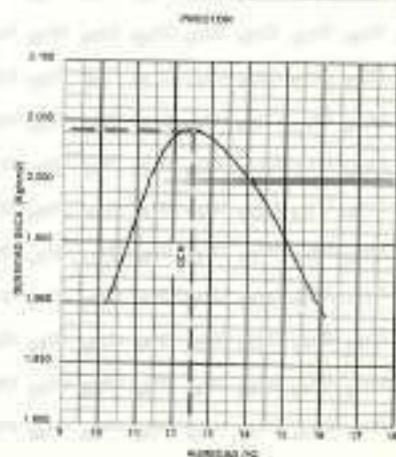
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.04	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.5

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNIN
Luis J. Santa Cruz Vásquez
Ingeniero de Transportes y Comunicaciones

GOBIERNO REGIONAL JUNIN
Dirección de Transportes y Comunicaciones
Ing. Julio R. Anquez Coor.
Sub Director de Estudios de Obras

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Barb. Angulo RIVERA (Asesor Guzman)	METODO DE COMPACTACION	95.7
PROYECTO	Tramo Aplicación del método Por Compact Plus en subrasante Arriónes para la estabilización de la subrasante	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.042
UBICACION	REN BAVILLANOS - Rv. HUANCAJO - RENAN BAVILLANOS	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.2
TRAMO	Calle PATA del Riego - Sandilanga - Huancayo	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	25.2
ESPECIFICACION	Nº 1 - CON RELATIVO 1.7	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	58.2
RESP. DEL AREA	L. Santa Cruz V	% RET. MALLA 20#	1.87
TECNICO	M. Herrera B.	30#	1.06
FECHA	25-06-19	LL	24.42
		IP	0.93
		EMBELEDO (Días)	4
		EXPANSION (%)	0.06
		ABSORCION (%)	0.2
		% W de PENETRACION	0.1



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

JUAN J. SANTA CRUZ VÁSQUEZ
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y FORMAS

REGIÓN JUNÍN
SERVICIO REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

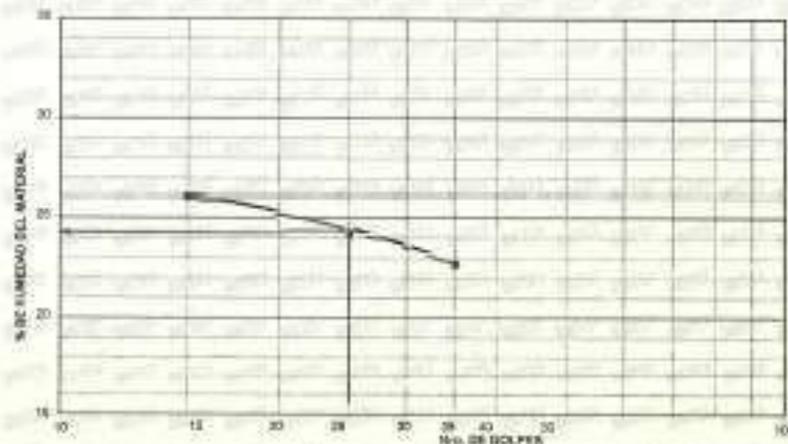
Julio R. Antique Ceard
Asesor

LIMITES DE ATTERBERG

METODO AASHTO T-99 y ASTM D-2922

SOLICITA: BACH, ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO: TESIS: APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE
 TRAMO: CARRETERA DEL REGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACIÓN: DNI SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA: N° 02 CON ADITIVO 1:7
 MATERIAL: SUBRASANTE
 TECNICO: MUÑERERA S.
 FECHA: 28/04/2018

Nº DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		INDICE PLASTICO
	T-01	T-02	T-03	T-14	T-08	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (M)	41.96	41.53	41.07	18.88	18.37	20.00
PESO TARA + SUELO SECO (M)	37.58	37.78	37.98	17.88	17.48	20.00
PESO DE LA TARA (M)	34.71	34.34	34.43	17.89	12.57	20.00
PESO DEL AGUA (M-N)	3.38	3.25	3.08	1.01	0.89	
PESO SUELO SECO (M-C)	12.97	13.43	13.57	5.68	4.83	
HUMEDAD (M-N) (M-C) (%)	26.00	24.22	22.70	24.00	20.68	
Nº DE GOLPES	15	25	30	1	8	8



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL = 24.20 %	LP = 20.68 %	IP = 4.15 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Ing. Sonia Cruz Vázquez
Especialista en Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimento y Materiales

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
Dirección de Infraestructura y Generación

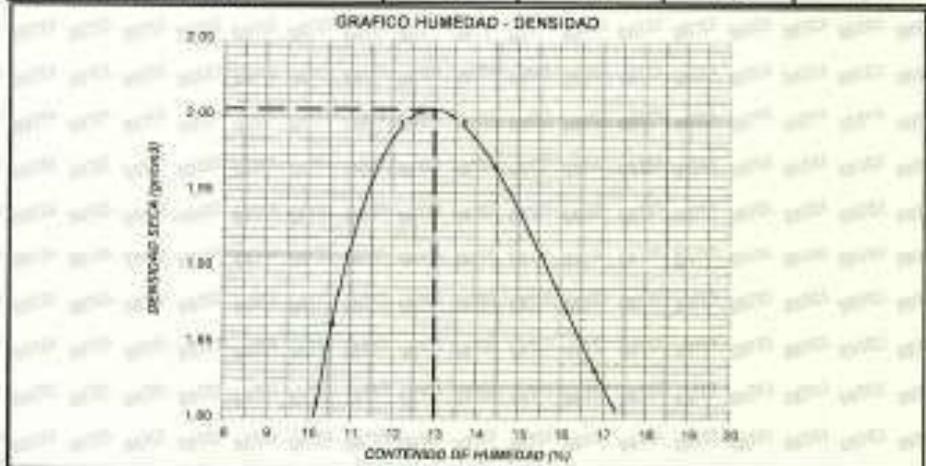
Ing. Julio R. Ayala Corzo
Especialista en Mecánica de Suelos y Pavimento

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA OBRA: BACH ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
TRAMO UBICACIÓN: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
CALICATA: Del SAPALLANGA - PARRA HUANCAYO - REGION JUNIN
MATERIAL: SUS RASANTE
TECNICO: MAURO HERRERA B
FECHA: 2003/0019

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo + molde (gr)	3200.0	2700.0	2185.0	4041.0
Peso del Molde (gr)	320.0	260.0	320.0	200.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1880.0	2440.0	1865.0	3841.0
Volumen del molde (cm ³)	942.0	942.0	942.0	942.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.008	2.590	2.000	4.078
Contenido de Humedad promedio (%)	13.8	12.7	14.5	13.8
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.761	2.264	1.787	3.531

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	1-04	1-19	1-05	1-18
Recipiente N°	1-04	1-19	1-05	1-18
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	207.9	242.2	224.3	215.1
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	208.9	232.0	202.1	183.9
Peso del agua (gr)	18.2	38.5	22.4	24.4
Peso del residuo (gr)	25.8	44.7	41.3	42.5
Peso del suelo seco (gr)	174.3	193.1	159.3	140.3
Contenido de Humedad (%)	10.58	20.00	14.06	17.39
Contenido de Humedad promedio (%)	13.8	12.7	14.2	15.4



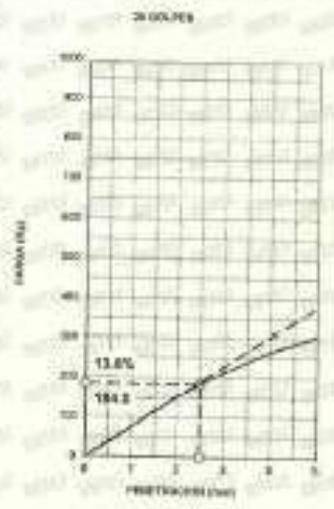
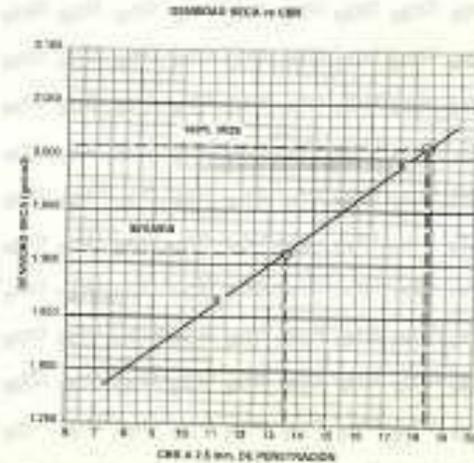
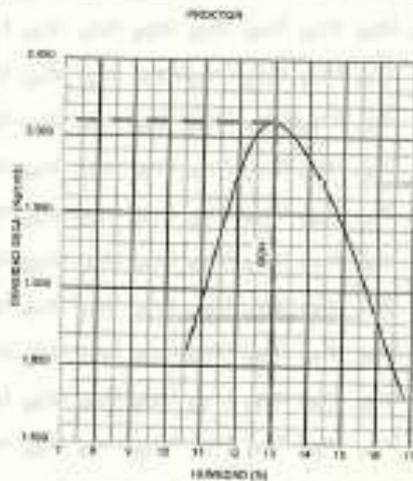
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	3.01	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	13.0

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
Ing. J. Santa Cruz Vásquez
F. P. 111 - C. P. 111 - HUANCAYO

DIRECCIÓN REGIONAL - JUNÍN
DIRECCIÓN DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
Ing. Julio R. Aruaga Coiro
C. P. 111 - HUANCAYO

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Ben Angas Avila Jovera Cruzan	METODO DE COMPACTACION	"A"
PROYECTO	Tramo F400007 del adve. Por Colpaco Plus en su obra aditiva para la estabilización de la sub base	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.01
UBICACION	Del. SANCAYANA - Pvm. Huancayo - pág. 2304	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.1
TRAMO	Calle Pura del Hiego - Sealtaja - Huancayo	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	104
ESTANTE	Nº 2 - CUM BUE/18/ 17	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	13.3
RESP. DEL AREA	L. Santa Cruz V.	% RET. MALLA 4.75"	1.54 38" 1.04 38" 0.14
TECNICO	M. Herrera B.	SUCS	CL LI 24.40 5" 4.78 7% 2.28
FECHA	25-abr-13	EMBUDO (DIN)	6
		EXPANSION (%)	3.23
		ABSORCION (%)	7.3
		% w de PENETRACION	6.3



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Juli J. Bernal Cruz Vázquez
FISIC. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ARELLITOS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

José R. Aytaque Chora
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ARELLITOS

LIMITES DE ATTERBERG

MÉTODO ASHTO T-998 Y ASTM D-1556

SOLICITA: BACH. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO: TERES APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUS RASANTE
 TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACIÓN: Dm. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
 CALCATA: N° 03 CON ADITIVO 1/7
 MATERIAL: SUS RASANTE

TECNICO: M. HERRERA S.
 FECHA: 29/04/2019

Nº DE CÁPSULA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		Índice Plástico
	T-20	T-42	T-19	T-14	T-20	
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (M)	45.70	41.11	40.21	20.94	19.52	18.85
PESO TARA + SUELO SECO (M)	37.35	37.03	37.58	19.05	18.53	18.38
PESO DE LA TARA (C)	24.31	24.19	24.50	14.68	13.37	11.88
PESO DE AGUA (A-M)	3.34	3.26	2.85	2.00	1.90	
PESO SUELO SECO (M-C)	13.05	13.70	12.68	5.67	5.16	
HUMEDAD (M/A) (M-C) (%)	25.59	23.46	22.52	10.53	18.26	
Nº DE GOLPES	15	25	30			



LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO
LL 23.80 %	LP 19.45 %	IP 4.35 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Celia J. Santa Cruz Vásquez
 JEFE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CIENECOS Y PAVIMENTOS

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Ingeniería y Construcción

Ing. Julio R. Ayupe Coiro
 JEFE DE SUBESTACIONES Y TERRENO

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D-1557)

SOLICITA OBRA: BACH, ANGELA ANDREA BRICENO GUZMAN
TRAMO UBICACION: TESIS APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARELLOSEOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB BASANTE
CALICATA: CALLE PARRA DEL REGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
MATERIAL: Det. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - Region JUNIN
TECNICO: MAURO HERRERA B.
FECHA: 29/04/2019

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo + molde (gr)	3573.3	4112.3	4166.0	4073.0
Peso del molde (gr)	263.0	263.0	263.0	263.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1853.3	2889.3	2140.0	2047.0
Volumen del molde (cm ³)	942.3	942.3	942.0	942.0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2.073	2.214	2.272	2.173
Contenido de Humedad promedio (%)	9.4	11.2	12.6	15.6
Densidad seca (gr/cm ³)	1.895	1.955	2.020	1.862

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra (g)	1-30	1-06	1-28	1-17
Resumen (g)				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	277.8	224.8	216.8	222.0
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	257.8	211.2	207.0	198.0
Peso del agua (g)	20.0	13.6	9.8	24.0
Peso del recipiente (gr)	44.7	43.8	40.9	40.0
Peso del suelo seco (gr)	213.1	167.4	166.1	158.0
Contenido de humedad (%)	9.39	12.88	12.47	15.40
Contenido de humedad promedio (%)	9.4	11.0	12.6	15.6



RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.02	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.3

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

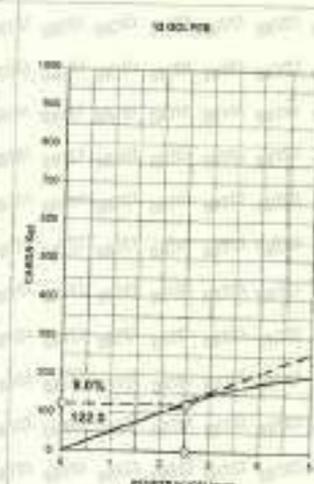
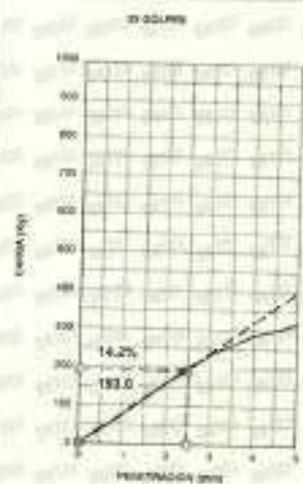
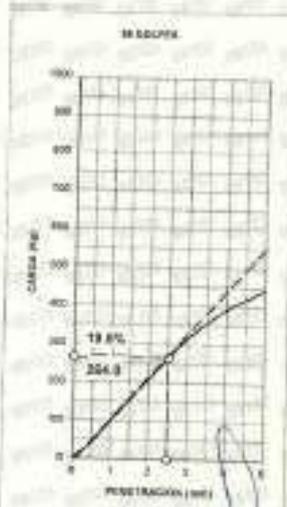
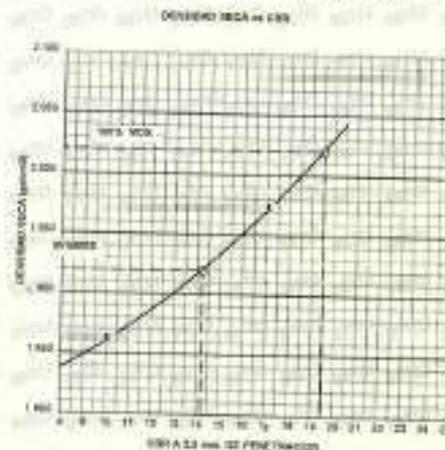
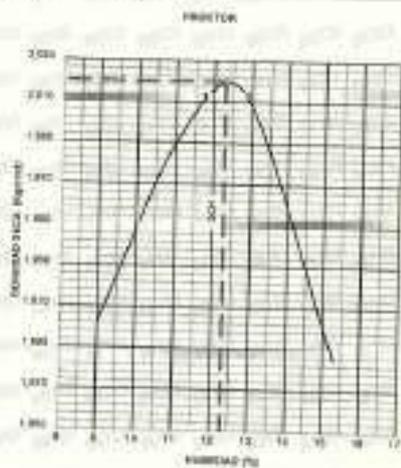
Enfoque J. Santa Cruz M. López
 Ing. J. Santa Cruz M. López
 Ing. J. Santa Cruz M. López

DIRECCIÓN REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Transportes y Comunicaciones

Ing. Mauro Herrera B.
 Laboratorio de Pruebas de Suelos - JUNÍN

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Bach. Angela Arzola Escobar Cuatrecasas	METODO DE COMPACTACION	54"
PROYECTO	Tercer Aplicación del aditivo Per Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub base	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.05
UBICACION	San MARCELINA - Puc. HUANCAYO, Depto. JUNIN	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.3
TRAMO	Calle Pampa del Hongo - Sotavento - Huancayo	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	19.8
GALICATA	M3 - CON ADITIVO - 1.7	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	14.2
RESP. DEL AREA	L. Santa Cruz V.	% RET. MALLA 30"	2.50
TECNICO	M. JIMENEZ B.	30"	3.56 MPa
FECHA	26 Jun 19	SUCS	CL LL 23.80 IP 4.75 Pa 3.88
		LM (grain) (D₅₀)	4
		EXPANSION (%)	0.18
		ABSORCION (%)	7.3
		% W₉₅ PENETRACION	2.0



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Ing. J. Ángel Cruz Vázquez
 TÉCNICO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Ing. Julio R. Anaya Coora
 TÉCNICO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Resultados de ensayos con aditivo: dosificación 21 L/m³ de C-01, C-02 y C-03
(Dilución 1:6)

LIMITES DE ATTERBERG

METODO AASTROT-1998 Y ASTM D-2922

SOLICITA: INGEN. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO: TESIS: APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUR RASANTE
 TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACION: DISTR. SAPALLANGA - PROV. HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA: N° 01 CON ADITIVO 1:8
 MATERIAL: SUB RASANTE
 TECNICO: M. HERRERA R.
 FECHA: 28/03/2018

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-6	T-2	T-9	T-19	T-22	
NO. DE CAPSULA						
PESO TARA + SUELO HUMEDO (W)	42.39	42.01	42.12	18.82	18.84	I 21.06
PESO TARA + SUELO SECO (S)	37.01	36.41	36.58	17.85	17.85	II 20.87
PESO DE LA TARRA (T)	24.72	24.55	24.31	13.23	13.06	III 20.89
PESO DEL AGUA (W-W)	8.88	8.82	8.44	0.97	0.88	
PESO SUELO SECO (S-T)	12.29	11.90	11.37	4.02	4.73	
HUMEDAD (W%=(W-W)/S)*100	27.50	26.82	23.94	21.80	20.87	
NO. DE GOLPES	18	25	30	I	II	III



	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE PLASTICO
	LL	26.80	%	LP	20.80
				%	IP
					4.97
					%

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

INGEN. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 INGENIERA DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN
 Dirección de Transportes y Comunicaciones

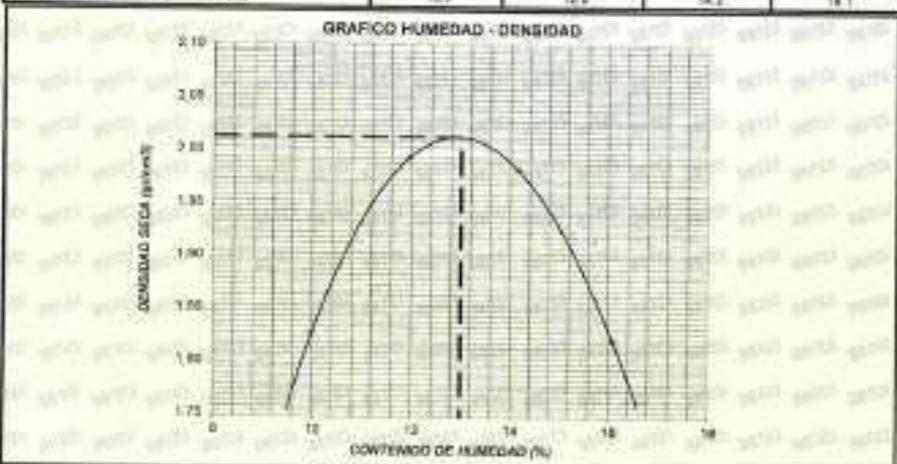
INGEN. M. HERRERA R.
 INGENIERO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D-1557)

SOLICITA BACH: ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMÁN
OBRA TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE
TRAMO CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN Dist: SAPALLANGA - Prov: HUANCAYO - Región JUNÍN
CALICATA N° 01 CON ADITIVO 1:6
MATERIAL SUBRASANTE
TÉCNICO MAURO HERRERA S.
FECHA 29/03/2018

Determinación de la Densidad				
Peso del molde húmedo (g)	3620.1	4130.0	4185.0	4013.3
Peso del molde (g)	2020.0	2026.0	2025.0	2029.0
Peso del suelo húmedo (g)	1594.0	2104.0	2134.0	1983.0
Volumen del molde (cm ³)	940.0	942.0	942.0	942.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.011	2.234	2.265	2.116
Contenido de Humedad porcentual (%)	10.0	13.6	14.2	16.1
Densidad seca (g/cm ³)	1.829	1.955	1.984	1.825

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°				
Receptor N°	T-03	T-13	T-22	T-30
Peso del recipiente + suelo húmedo (g)	172.0	173.0	192.3	242.7
Peso del recipiente + suelo seco (g)	155.0	167.7	199.5	238.2
Peso del agua (g)	17.4	14.2	18.8	27.5
Peso del recipiente (g)	25.4	43.4	39.7	44.3
Peso del suelo seco (g)	129.7	119.3	132.6	170.9
Contenido de humedad (%)	13.39	11.89	14.17	16.00
Contenido de humedad promedio (%)	13.2	12.9	14.2	16.1



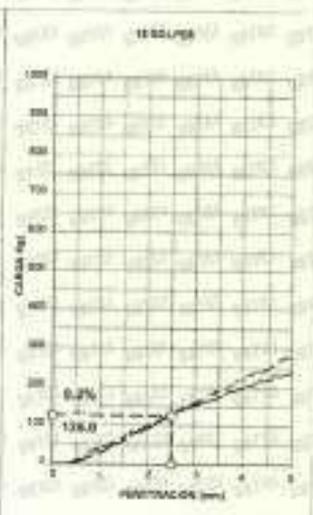
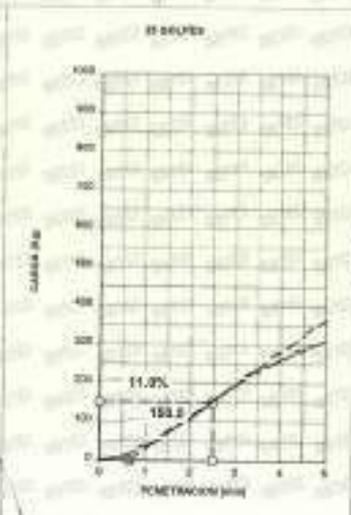
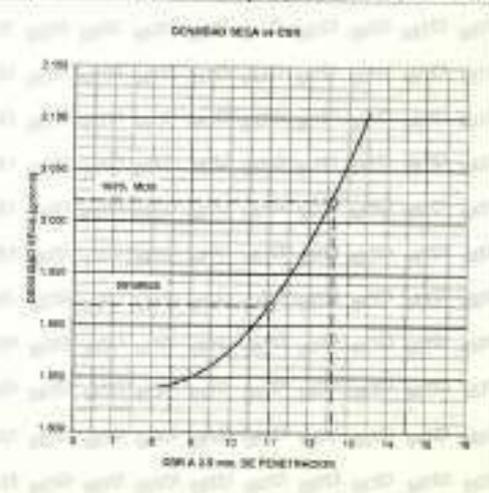
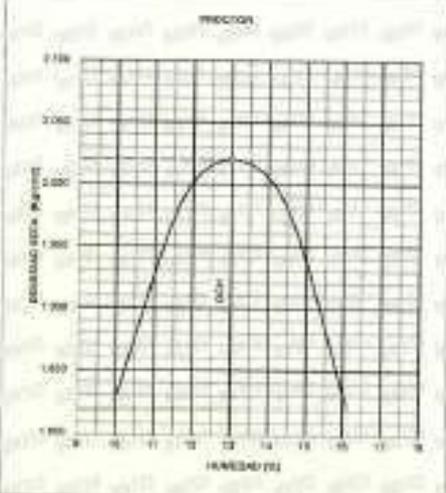
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.02	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.0

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
Ing. J. Santa Cruz Vásquez
Mtro. LABORATORIO DE CALIDAD

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN
Módulo de Planeación y Control
Ing. Mauro Herrera S.
Mtro. LABORATORIO DE CALIDAD

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Sr. Angel Andrea Breaño Guzmán	METODO DE COMPACTACION	%
PROYECTO	Tarea Asesoría del estudio Par Compact Plus en suelos arcillosos para la estabilización de la sub base	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.02
UBICACION	CAR. SALLAMA - Prov. HUANCAYO - Depto. JUNÍN	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.0
TRAZO	CAR. Páez del Riego - Sallama - Huancayo	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	12.0
CALICATA	Nº1 - CON ADITIVO 1.0	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	11.0
RESP. DEL AREA	L. Santa Cruz Y.	% RET. MALLA 30"	1.87 30" : 1.88 4" : 1.06
TECNICO	M. Ramos B.	SUDES	CL : LL : 25.83 P : 4.97 Pe : 2.88
FECHA	29-mar-18	ABSORBIDO (Clas.)	4 EXPANSION (%)
		ASORCION (%)	-12.8 % de PENETRACION
			9.1



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
M. Ramos B.
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

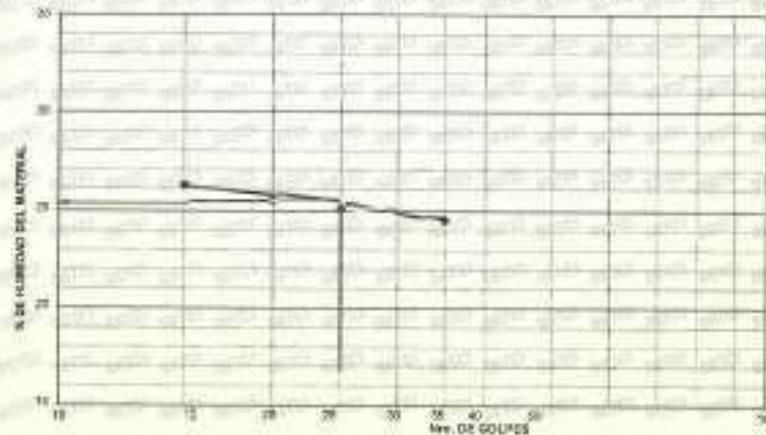
GOBIERNO REGIONAL JUNÍN
OSWALDO G. SALLAMA
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

LIMITES DE ATTERBERG

REDOCCIONADO TAREA Y ASIM BUSTOSA

SOLICITA: BACH ANGELA ANDREA BRICERO GUZMAN
PROYECTO: TESIS APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE
TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACION: DISTRITO SAPALLANGA - PROV. HUANCAYO - REGION JUNIN
CAUDATA: N° 88 CON ADITIVO 16
MATERIAL: SUBRASANTE
TECNICO: M. HERRERA, J.
FECHA: 28/03/2019

Nro. DE GOLPES	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		INDICE PLASTICO
	T-05	T-10	T-15	T-05	T-08	
PESO TAMAS + SUELO HUMEDO (g)	41.14	43.60	43.96	18.40	19.71	I 20.26
PESO TAMAS + SUELO SECO (g)	37.87	39.69	38.27	17.47	18.76	II 20.30
PESO DE LA TAMA (g)	24.42	24.10	24.91	12.59	14.98	- 26.3
PESO DEL ADIV. (g/K)	3.47	3.31	3.39	0.99	0.88	
PESO SECO BRUTO (g/K)	13.25	15.54	15.77	4.95	4.88	
HUMEDAD (Wt.%) (K/100)	28.19	25.18	26.55	20.29	20.30	
Nro. de golpes	15	25	35	I	II	III



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL = 28.30 %	LP = 20.29 %	IP = 8.01 %

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNIN
[Signature]
JANE P. ROSITA CRUZ VARGAS
INGENIERA EN INGENIERIA DE CARRETERAS Y PUERTOS
REPUBLICA DEL PERU

GOBIERNO REGIONAL JUNIN
Direccion de Transportes y Comunicaciones
[Signature]
Ing. Julio R. Alvarez Ojeda
Ingeniero en Transporte

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA BACH. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
OBRA TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
TRAMO CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN Del. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALICATA Nº 82 CON ADITIVO 1:8
MATERIAL SUB RASANTE
TECNICO MAURO HERRERA B.
FECHA 29/05/2018

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	3940.0	4100.0	4115.0	4633.8
Peso del Molde (gr)	2526.4	2126.0	2028.0	2526.4
Peso del suelo húmedo (gr)	1914.6	2074.0	2089.0	2597.2
Volumen del molde (cm ³)	942.5	942.0	942.0	942.8
Densidad (húmeda (gr/cm ³))	2.032	2.202	2.218	2.754
Contenido de Humedad (promedio (%))	10.2	12.1	14.1	15.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.844	1.964	1.944	2.367

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	T-04	T-19	T-25	T-58
Receptor N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	117.8	129.8	253.0	160.0
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	110.2	120.9	243.5	152.5
Peso del agua (gr)	7.6	8.9	29.5	20.1
Peso del recipiente (gr)	35.4	40.3	44.7	42.3
Peso del suelo seco (gr)	74.9	79.1	105.8	111.2
Contenido de humedad (%)	10.18	12.12	14.27	16.90
Contenido de humedad promedio (%)	12.3	12.1	14.1	15.3



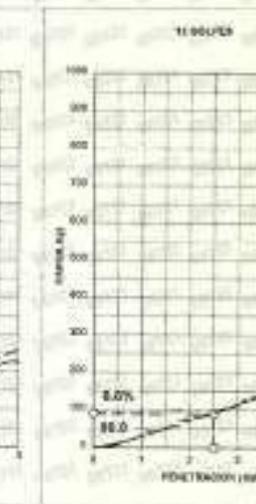
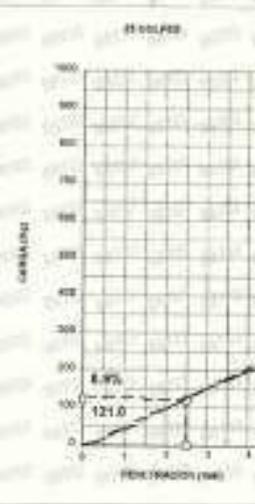
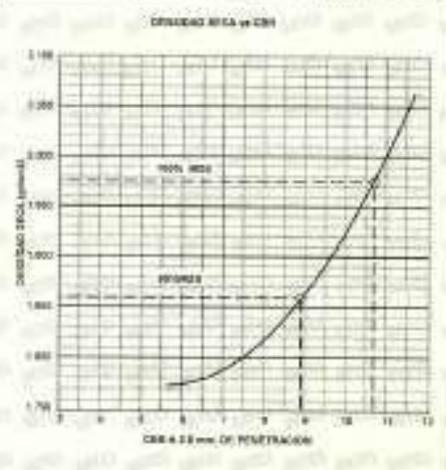
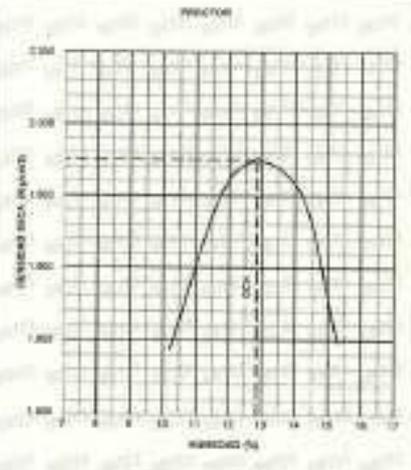
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.98	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.3

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES - JUNÍN
Ing. J. SANTA CRUZ VILLACRUZ
Tercera Categoría de Ingeniería - 14219

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES - JUNÍN
Ing. Mauro Herrera B.
Tercera Categoría de Ingeniería - 14219

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Ing. Aníbal Andrés Briceno Guillán	MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
PROYECTO	Tercer Aplicación del asfalto Per Compact Plus en sus aplicaciones para la estabilización de la sub base	TRAZADO DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.98
UBICACIÓN	Dire. HAPALLAMA - Pto. HUANCAYO - Región JUNÍN	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.9
TRAMO	Calle Para del Riego - Sapa Sanga - Huancayo	CBR AL 100% DE LA M.O.S. (%)	10.7
CALICATA	Nº 3 - CON ADITIVO 1.8	CBR AL 95% DE LA M.O.S. (%)	8.9
RESP. DEL ÁREA	Santa Cruz V	% RET. MALLA 34"	1.54 3/8" : 1.04 Nº4 : 0.15
TECNICO	M. Harroa U.	SUCS	CL LL : 28.38 IP : 8.01 P _u : 2.99
FECHA	25-mar-18	ABSORCIÓN (Días)	4 EXPANSIÓN (%)
		ABSORCIÓN (%)	4.4 % w₁₀₀ PENETRACIÓN



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
Ing. Aníbal A. Briceno Guillán
"1.8% DE CONCRETO" - 100%

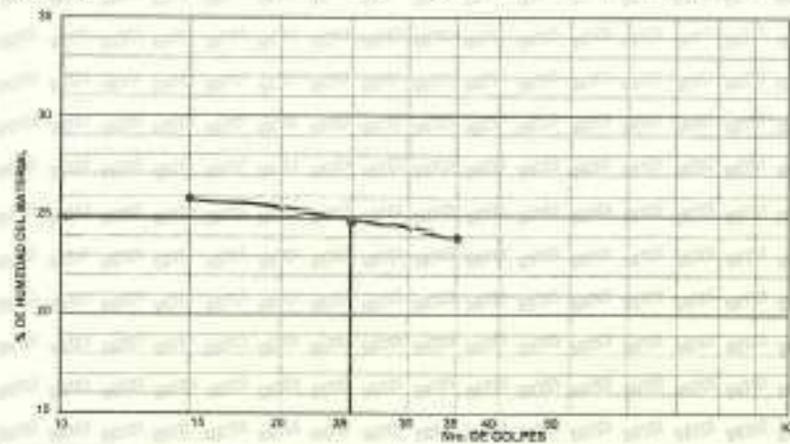
DIRECCIÓN REGIONAL - JUNÍN
Laboratorio de Transportes y Comunicaciones
Ing. Aníbal A. Briceno Guillán
"Segundo ensayo de CBR" - 100%

LIMITES DE ATTERBERG

MÉTODO KASHTY Y BISE Y ASTM D-2938

SOLICITA : BACH, ANGELA ANDREA BRICENO GUZMAN
 PROYECTO : 1ERVA. APUDACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACION : DNI SAPALLANGA - Pdv. HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA : N° 03 CON ADITIVO 1.8
 MATERIAL : SUB RASANTE
 TECNICO : M. HERRERA B.
 FECHA : 28/03/2019

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-09	T-12	T-16	T-14	T-02	
Wt. DE CAPSULA						
PESO TARA + SUELO HUMEDO (W)	41.47	41.73	40.77	18.06	10.90	I 20.00
PESO TARA + SUELO SECO (S)	36.13	36.50	37.63	17.66	10.01	II 10.00
PESO DE LA TARA (C)	23.74	24.82	24.49	12.00	13.06	III 15.00
PESO DEL AGUA (A-B)	3.34	3.50	3.14	1.01	0.95	
PESO SUELO SECO (S-C)	12.99	13.58	13.14	5.66	4.93	
HUMEDAD (WHA-TMB-C)POR	25.91	24.71	23.66	20.00	19.06	
Nº. DE GOLPES	19	25	25	I	II	III



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
LL : 24.90 %	LP : 19.94 %	IP : 5.05 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Jairo J. Santa Cruz Valverde
 INGENIERO LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTO Y ASFALTO

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Oficina de Ingeniería y Mantenimiento

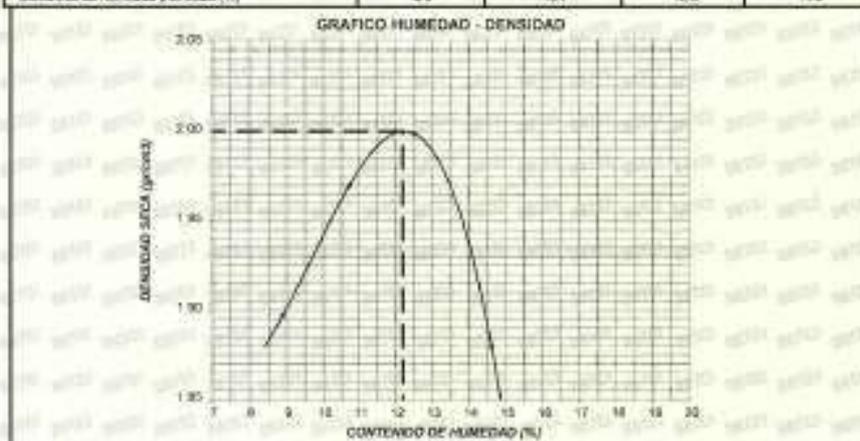
Dr. Aldo R. Rosales Osorio
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D-1557)

SOLICITA OBRA: BACH. ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE
TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN: Dta. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - Región JUNÍN
CALICATA: Nº 03 CON ADITIVO 1/8
MATERIAL: SUBRASANTE
TECNICO: MAURO HERRERA B
FECHA: 25/03/19

Determinación de la Densidad				
Peso del vaso húmedo+Molde (gr)	3072.0	4006.0	4145.0	4350.0
Peso del Molde (gr)	3033.0	3008.0	3320.0	3026.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1044.0	2094.0	2159.0	3329.0
Volumen del molde (cm ³)	942.0	942.0	942.0	942.0
Densidad Húmeda (g/cm ³)	2.066	2.160	2.249	3.154
Contenido de Humedad promedio (%)	8.8	16.7	12.5	14.8
Densidad Seca (g/cm ³)	1.897	1.899	1.899	1.879

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°				
Recipiente N°	T-30	T-06	T-08	T-17
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	160.0	262.0	243.0	243.0
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	150.0	241.0	221.0	222.0
Peso del agua (gr)	10.0	21.0	22.0	20.0
Peso del recipiente (gr)	50.0	54.0	45.0	45.0
Peso del suelo seco (gr)	100.0	187.0	176.0	177.0
Contenido de humedad (%)	8.90	10.70	12.50	14.81
Contenido de humedad promedio (%)				



RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.00	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.5

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

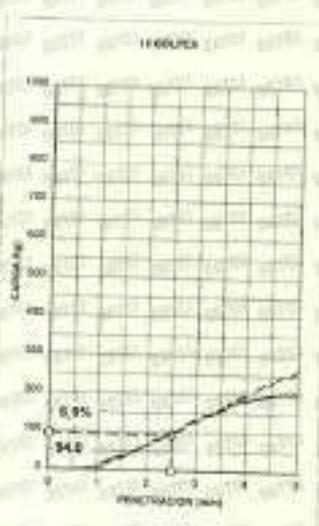
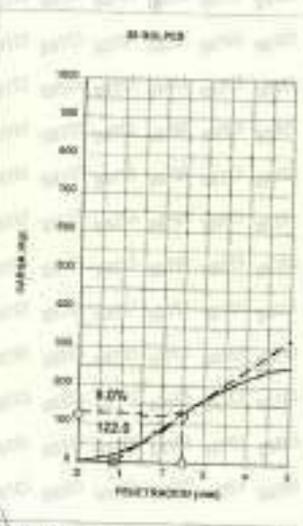
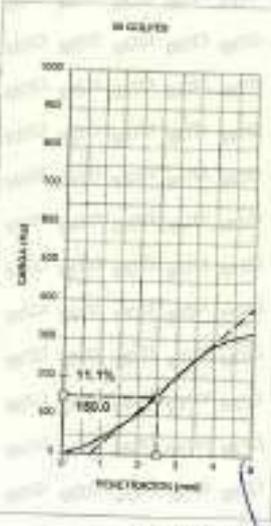
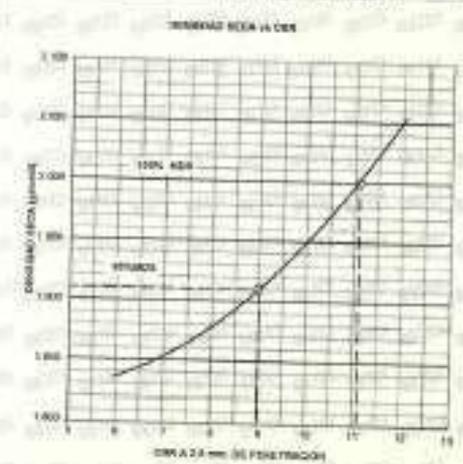
Ing. J. Shyba Grilo Vásquez
SUELOS - PROYECTO T-03 (W)

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN

Ing. Julio R. Acosta Castro
GERENTE GENERAL DE LA DRTC

ENSAYO DE CBR (ASTM D-1883)

SOLICITADO	Blas Angulo Arana Beroza Guzman	METODO DE COMPACTACION	"A"
PROYECTO	Tarea Aplicación del software Pal Compact Plus en sus aplicaciones para la estabilización de la sub base	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.02
UBICACION	Del SAMPALLAGA - Prov. HUACAYBAMBA - Region JUNIN	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.2
TRAMO	Calle Para del Riego - Sapaizanga - Huancayo	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	11.1
CALCATA	AF9 - CON ADITIVO 7.8	CBR AL 85% DE LA M.D.S. (%)	9.3
RESP. DEL AREA	L. Santa Cruz V.	% RET. MALLA #20	2.99 30"
TECNICO	M. Heredia B.	SUCS :	CL LL 24.99 IP : 6.08 Ph : 2.58
FECHA	28-feb-10	HRREDO (Clas)	A EXPANSION (%)
		ABSORCION (%)	10.3 % w de PENETRACION



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
Ing. J. Santa Cruz Vásquez
FACILITADOR DEL SERVICIO TÉCNICO DE CALIDAD

LABORATORIO REGIONAL - JUNÍN
Centro de Investigaciones Científicas
Ing. Aldo R. Apurba Cruz
FACILITADOR DEL SERVICIO TÉCNICO DE CALIDAD

Resultados de ensayos para los perfiles estratigráficos C-01, C-02 y C-03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : NTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

SOLICITA : ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO : TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PERI COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB BASE
 TRAMO : CALLE PABRA DEL REGO - SAPALLANCA - HUANCAYO
 UBICACIÓN : Del. SAPALLANCA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
 CALICATA : N° 01 - ESTRATO - B
 MATERIAL : TERRENO NATURAL

TECNICO : M. HERRERA B
 FECHA : 09/07/2019

MÓDULO DE PASA (mm)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				ESPECIFICACION (%)	RESULTADOS DE ANÁLISIS		
	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	RET (%)	PASA (%)		LÍMITE LIQUIDO	CLASIFICACIÓN	LÍMITE PLÁSTICO
75	75.00					22.50	24.40	BUCR
75	63.50			100				AASHTO
75	63.50	8.89	0.00	100				ML
75	38.10	0.00	0.00	100.00				A-4 (5)
75	45.00	24.71	2.03	97.97				
75	39.00	21.49	1.76	96.25				
75	42.70	13.91	4.10	92.11				
75	5.00	19.62	1.38	90.73				
75	8.50	33.03	2.80	87.93				
75	4.750	23.80	2.11	85.82				
75	4.750	11.24	1.74	84.07				
75	2.500	40.10	3.54	80.53				
75	2.000	25.36	2.05	78.45				
75	1.180	40.64	3.60	74.85				
75	0.850	22.12	1.87	72.98				
75	0.600	21.48	3.40	69.58				
75	0.425	24.43	2.01	67.58				
75	0.250	19.04	1.54	65.34				
75	0.175	28.18	2.39	63.55				
75	0.150	18.10	1.32	62.22				
75	0.075	41.97	3.81	58.61				
75	713.01	58.61	-	-				
Peso total:		1218						

RESULTADOS DE ANÁLISIS		
LÍMITE LIQUIDO	22.50	CLASIFICACIÓN
LÍMITE PLÁSTICO	24.40	BUCR
ÍNDICE PLÁSTICO	1.10	ML
CALICATA		ESTRATO
1	B	PROBABILIDAD
		0.40-0.60 mm

CALICATA N° 01
 SUELO FINO CON PEQUEÑAS PARTICULAS DE PIEDRAS DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO OSCURO



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 Ing. J. Saavedra Cruz Vélez
 ASESORADO TECNICO

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 Ing. M. Herrera B
 TECNICO

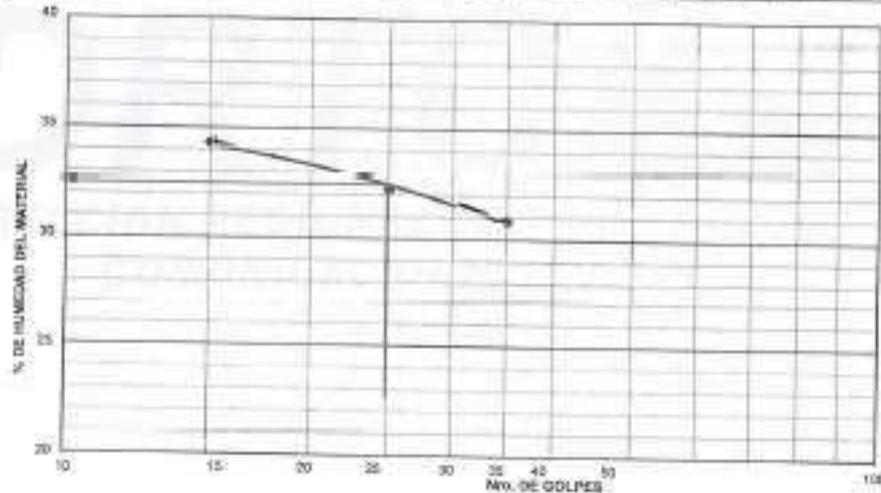
LIMITES DE ATTERBERG

METODO AASHTO T-9955 Y ASTM D-4318/24

SOLICITA: ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMÁN
PROYECTO: TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN: DISE. SAPALLANGA - PROV. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALICATA: N° 01 ESTRADA - B
MATERIAL: TERRENO NATURAL

TECNICO: M. HERRERA B.
FECHA: 02/07/2018

No. DE CÁPSULA	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	T-02	T-03	T-06	T-04	T-05	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (A)	40.21	41.76	41.91	18.30	18.66	I 24.29
PESO TARA + SUELO SECO (B)	38.36	37.54	37.98	17.27	18.06	II 24.60
PESO DE LA TARA (C)	24.04	24.49	25.23	13.03	14.03	24.4
PESO DEL AGUA (A-B)	4.13	4.22	3.93	1.03	0.60	
PESO SUELO SECO (B-C)	12.04	13.05	12.75	4.24	4.04	
HUMEDAD (W) = (A-B)/C x 100	24.30	22.26	30.82	24.29	24.50	
Nº. DE GOLPES	15	25	35	I	II	III



LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO
LL : 32.50 %	LP : 24.40 %	IP : 8.10 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 Ing. J. Santa Cruz Vázquez
 TALLER REGIONAL DE MECÁNICA DE SUELOS Y TERRESTRES

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Dirección de Obras y Construcción
 Ing. Julio R. Antonio Coora
 Subdirector de Obras y Construcción



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

SOLICITA OBRA: ANGELA ANDREA BRIDEÑO GUZMAN
TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
TRAMO UBICACIÓN: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
Dist. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALICATA MATERIAL: N° 01 ESTRATOS = A-B-C
SUB RASANTE NATURAL

TECNICO: M. FERRERA B.
FECHA: 02/07/2018

EXCAVACION A CIELO ABIERTO						
PROFUNDIDAD (cm)	SUCOS	ALTURAS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	ESTRATOS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	SIMBOLOGIA DE ESTRATOS
0.00						
0.15						
0.20		0.40	18.10	A	Relleno con material organico	
0.35						
0.45						
0.50	ML	0.20	13.25	B	Limas orgánicas y arenas muy finas limas arcillosas de ligera plasticidad	
0.60						
0.75						
0.90						
1.00						
1.10	CL	1.10	13.0	C	Limas orgánicas de plasticidad baja, arcillas arenosas arcillas negras.	
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.75						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						

IDENTIFICACION DE MUESTRO:
Tc: Termino de cubro
S-R: Sin muestra
M-1: Muestra a fondo N°1
No presento caso de fuerza
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
Luis J. Santa Cruz Vilayoux
MAGISTER EN INGENIERIA DE CARRETERAS

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
Dir. Julio R. Antonio Coana
Bá. Dpto. de Maestros Técnicos Acabados



Trabajando por la fuerza del pueblo!



0000102

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : MTC E-107, AASHTO T 99, ASTM D-422

SOLICITA : ANGELA ANDREA BRICENO GUZMAN
 PROYECTO : TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACIÓN : DISTR. SAPALLANGA - PROV. HUANCAYO - REGION JUNÍN
 CALICATA : N° 02 ESTRATO - B
 MATERIAL : SUB RASANTE

TECNICO : M. HERRERA B.
 FECHA : 02/07/2019

MÓDULO DE PASA (mm)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					RESULTADOS DE ENSAYOS		
	ABERTURA (mm)	Peso Retenido	RET (%)	PASA (%)	Porcentaje W	LÍMITE LIQUIDO	CLASIFICACIÓN	
>	75.000					34.30		
0.075	0.075					26.60	RUCS	AASHTO
0.150	0.150	0.04	0.00	100.00		7.70	M	U.C.L.
0.300	0.300	0.04	0.00	100.00				
0.600	0.600	11.14	0.35	99.75				
0.750	0.750	25.70	1.53	97.52				
0.850	0.850	11.44	1.13	98.40				
1.000	1.000	17.21	2.41	93.99				
N° 4	4.750	00.00	2.15	97.85				
N° 6	2.500	10.21	1.88	99.08				
N° 8	2.000	10.00	4.32	95.68				
N° 10	2.000	10.21	2.34	93.29				
N° 15	1.180	10.00	4.29	92.88				
N° 20	0.840	10.00	2.17	97.83				
N° 25	0.600	10.00	3.61	93.02				
N° 42	0.420	10.00	2.24	97.76				
N° 60	0.250	10.00	1.80	98.20				
N° 80	0.175	10.00	2.57	96.51				
N° 100	0.150	10.00	1.47	98.53				
N° 200	0.075	10.00	3.08	97.48				
-200	0.000	00.00	00.00	100.00				
Todo Pasa		1547						

CALICATA N° 02
 SUELO FINO CON PEQUEÑAS PARTICULAS DE PIEDRAS DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO OSCURO



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 Av. Arterial N° 376 - Chilca - Huancayo - Junín

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN
 Director de Transportes y Comunicaciones

Ing. Julio R. Aguilar Coara



ANALISIS GRANULOMETRICO
 NORMA TECNICA : MTC E 107, AASHTO T 86, ASTM D 422

SOLICITA : ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO : TERMS. APLICACION DEL METODO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO SAPALLANCA - HUANCAYO
 UBICACION : Dta. SAPALLANCA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA : N° REGISTRATO - C
 MATERIAL : SUBRASANTE

TECNICO : M. HERRERA D
 FECHA : 03/07/2019

MALLA NORMA ABERTURA	ANALISIS GRANULOMETRICO					RESULTADOS DE ENSAJES		
	ABERTURA (mm)	Porcentaje Retenido	RET (%)	PASA (%)	DETERMINACION	TAMIZ (mm)	RESULTADO	CLASIFICACION
2"	50.800					20.75	SUCS	AASHTO
1 1/2"	38.100			100		6.75	SM-SC	A-4 (1)
2"	50.800	8.80	0.00	100			GRABATO	PROPUNDA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00				0.80-0.20 mm
1"	25.400	0.00	0.00	100.00				
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00				
1/2"	12.500	0.00	0.00	100.00				
40#	4.75	0.18	0.18	99.82				
10#	2.00	74.58	5.70	94.30				
N° 4	4.75	101.08	7.84	92.16				
N° 6	2.50	88.63	6.34	93.66				
N° 8	2.36	104.41	10.28	89.72				
N° 10	2.00	94.10	4.28	95.72				
N° 15	1.18	76.64	5.93	94.07				
N° 20	0.84	76.07	2.87	97.13				
N° 30	0.60	53.18	4.05	95.95				
N° 40	0.42	38.73	2.34	97.66				
N° 50	0.30	20.91	1.57	98.43				
N° 60	0.25	10.34	0.92	99.08				
N° 100	0.149	0.12	1.53	98.47				
N° 200	0.075	0.07	3.83	96.17				
<200		50.18	40.91					
Fin de datos		1313						

CLASIFICACION
 SUCS : AASHTO
 SM-SC : A-4 (1)
 PROPUNDA : 0.80-0.20 mm

CAUCATA N° 00
 SUELO FINOS PEQUEÑAS PARTICULAS DE PIEDRAS
 DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO OSCURO



GOBIERNO REGIONAL JUNIN
 DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 Lalo J. Santa Cruz Villacres:
 ASESOR LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, TRANSPORTES Y CARRETERAS

ANALISIS GRANULOMETRICO
 NORMA TECNICA : MTC E 107, AASHTO T 86, ASTM D 422

SOLICITA : ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO : TERMS. APLICACION DEL MIXTVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACION : Dta. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA : N° REGISTRATO - C
 MATERIAL : SUBRASANTE

TECNICO : M. HERRERA D
 FECHA : 03/07/2019

MALLA (mm)	ANALISIS GRANULOMETRICO					RESULTADOS DE ENSAYOS		
	ABERTURA (mm)	Porcentaje Retenido (%)	RET (%)	PASA (%)	DETERMINACION (%)	TAMIZ (mm)	20.00	CLASIFICACION
3"	76.200							
1 1/2"	38.100			100				
2"	50.800	0.00	0.00	100				
1 1/4"	35.400	0.00	0.00	100.00				
1"	25.400	0.00	0.00	100.00				
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00				
1/2"	12.500	0.00	0.00	100.00				
40"	4.750	0.18	0.18	99.82				
10"	2.000	74.58	74.58	25.42				
N° 4	4.750	101.08	7.84	92.16				
N° 6	2.500	88.83	8.34	91.66				
N° 8	2.360	104.41	10.28	94.13				
N° 10	2.000	94.11	4.28	95.72				
N° 15	1.180	76.64	5.93	94.07				
N° 20	0.840	76.07	2.87	97.13				
N° 30	0.600	53.18	4.06	95.94				
N° 40	0.420	39.73	2.34	97.66				
N° 50	0.300	25.91	1.57	98.43				
N° 60	0.250	19.34	2.02	97.98				
N° 100	0.149	0.12	1.53	98.47				
N° 200	0.075	0.07	3.83	96.17				
<200		53.18	40.91					
Fin de Malla		1313						

TAMIZ (mm)	20.00	CLASIFICACION
LIMITO PLASTICO	20.75	SCUC
LIMITO PLASTICIDAD	6.75	SMSC
VALOR	ESTRATO	PROPUNDA
	C	0.00-0.50 Mts

CALICATA N° 00

SUELO: FINOS PEQUEÑAS PARTICULAS DE PIEDRAS DE MEDIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO OSCURO



GOBIERNO REGIONAL JUNIN
 DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNIN
 Lalo J. Santa Cruz Villacres:
 AREA LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, TRAZADOS Y CASOS

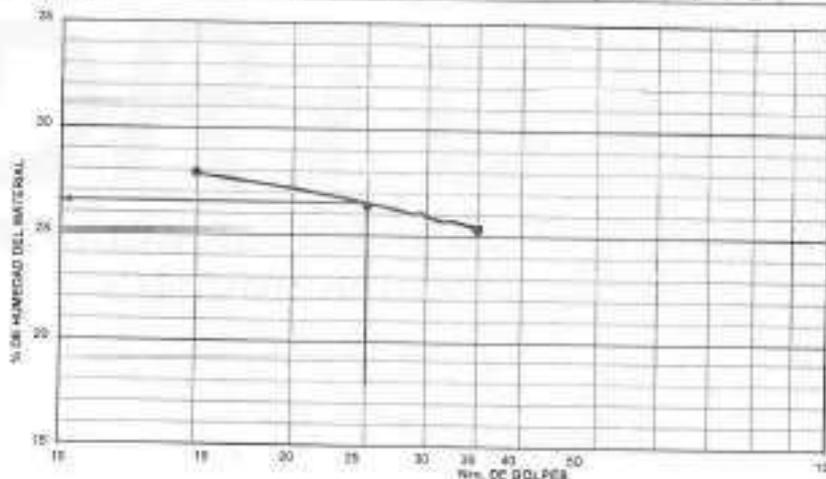
LIMITES DE ATTERBERG

VE (LÍMITE LÍQUIDO) T-04 Y A (ÍNDICE PLÁSTICO)

SOLICITA: ANGELA ANDREA BRICEÑO OLIZMAN
PROYECTO: TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE
TRAMO: CALLE PARRA DEL REGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN: Dist. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALCATA: N° 02 ESTRATO - C
MATERIAL: SUBRASANTE

TÉCNICO: M. FERRERA B.
FECHA: 09/07/2019

No. DE CÁPSULA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	T-04	T-04	T-03	T-14	T-17	
TIPO TUBO - (BACU FUMBU (B))	41.27	41.40	41.74	19.14	19.27	I 20.30
PESO TARA + SUB. O SECO (B)	37.86	38.30	38.88	17.74	18.23	II 21.18
PESO DE LA TARA (C)	29.68	29.57	27.48	12.83	12.32	- 20.6
PESO DEL AGUA (A-B)	3.41	3.11	3.08	1.40	1.04	
PESO MÁX. O SECO (B-C)	11.97	11.74	11.00	4.92	4.91	
HUMEDAD (W) (A/B) (%)	27.89	26.90	25.51	20.31	21.18	
Nº DE GOLPES	15	25	35	I	II	III



LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO
LL : 26.90 %	LP : 20.75 %	IP : 6.15 %

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN
 Avda. Santa Cruz V. Arce
 Huancayo - Junín

GOBIERNO REGIONAL - JUNÍN
 Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones
 169 - Julio R. Arce
 Huancayo - Junín

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

SOLICITA OBRA: ANGELA ANDREA BRICENO GUZMAN
TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
TRAMO: CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN: Dist. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
CALICATA: N° 02 ESTRATOS - A-B-C-D
MATERIAL: SUB RASANTE NATURAL

TÉCNICO: M. HERRERA B.
FECHA: 02/07/2019

EXCAVACION A CIELO ABIERTO						
PROFUNDIDAD (cm)	SUCS	ALTURAS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	ESTRATOS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	SIMBOLOGIA DE ESTRATOS
0.00						
-0.15						
-0.30		0.60	12.03	A	Relleño con material orgánico	
-0.40						
-0.50						
-0.60						
-0.70	ML	0.30	32.43	B	Limos orgánicos y arenas muy finas limos arcillosos	
-0.80						
-0.90	SM-SC	0.10	8.91	C	Materiales de granos medios y arenas con grava (SMBL310)	
-1.05						
-1.10						
-1.20	CL	0.60	8.60	D	Limos orgánicos de plasticidad baja, arcillas arenosas arcillas magras.	
-1.30						
-1.45						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						

IDENTIFICACION DE MUESTRAS

Tc: Terreno de cultivo
 SM: Sin muestra
 M-1: Muestra utilizada N°1
 No se tomo más muestra

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Gobierno Regional de Junín
 Dirección de Transportes y Comunicaciones

Luis J. Santa Cruz Viquez
 Ing. Civil

Ing. Julio R. Avigade Coira
 Subdirector de Infraestructura Terrestre

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA TÉCNICA : MTC # 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

SOLICITA : BACH ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
PROYECTO : TESIS APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO -SAPALLANGA -HUANCAYO
UBICACIÓN : DINT SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
CALCATA : N° 03 ESTRATO - B
MATERIAL : SUB RASANTE
TECNICO : M. HERRERA B.
FECHA : 02/07/2019

MALLA (mm)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				RESULTADOS DE ENSAYOS		
	Abertura (mm)	Peso Retenido (%)	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFICACION "A"	LÍMITE LÍQUIDO	CLASIFICACIÓN
75	75.000					24.80	
75	65.500			100		19.90	SUCS AASHTO
20	50.800	2.00	0.00	100		4.90	ML-CL A-4 (7)
110	36.100	0.00	0.00	100.00			
4	25.400	0.00	0.00	100.00			
34	19.000	29.90	2.37	97.63			
10	12.700	29.30	1.78	98.22			
3/8	9.500	12.90	0.75	99.25			
1/4	6.300	25.30	1.58	98.42			
N° 4	4.750	21.40	1.31	98.69			
N° 6	3.350	18.20	0.98	99.02			
N° 8	2.360	22.20	1.57	98.43			
N° 10	2.000	18.40	1.13	98.87			
N° 15	1.180	28.80	1.84	98.16			
N° 20	0.850	15.10	0.83	99.17			
N° 30	0.600	20.20	1.61	98.39			
N° 40	0.425	17.20	1.06	98.94			
N° 50	0.300	15.40	0.84	99.16			
N° 60	0.250	10.10	2.32	97.68			
N° 100	0.149	22.40	1.89	98.11			
N° 200	0.075	124.50	7.83	92.17			
200	1142.10	80.98					
Peso total:		1632					

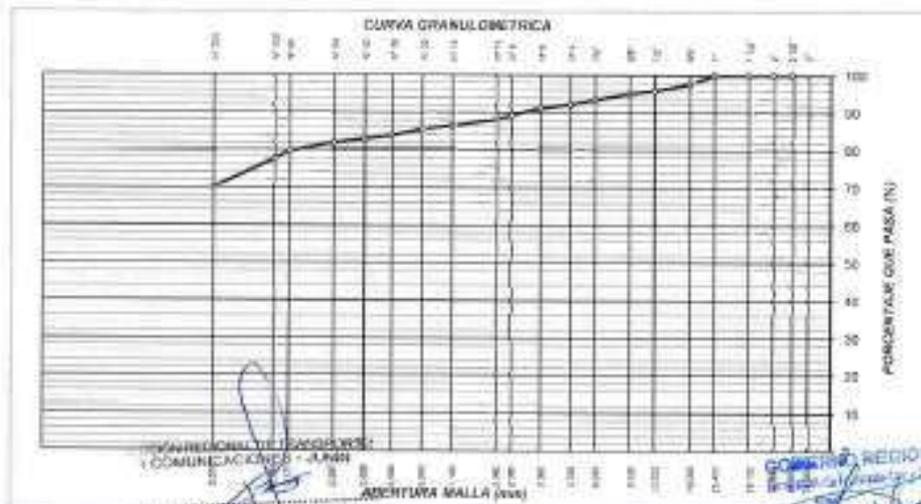
RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO: 24.80
 CLASIFICACIÓN: SUCS AASHTO
 LÍMITE PLÁSTICO: 19.90
 INDICE PLÁSTICO: 4.90
 ML-CL A-4 (7)

CAUCATA: ESTRATO
 PROFUNDIDAD: B
 0.60-0.90

CAUCATA N° 03

SUELOS FINOS DE MEDIANA PLASTICIDAD
 COLOR AMARILLO OSCURO

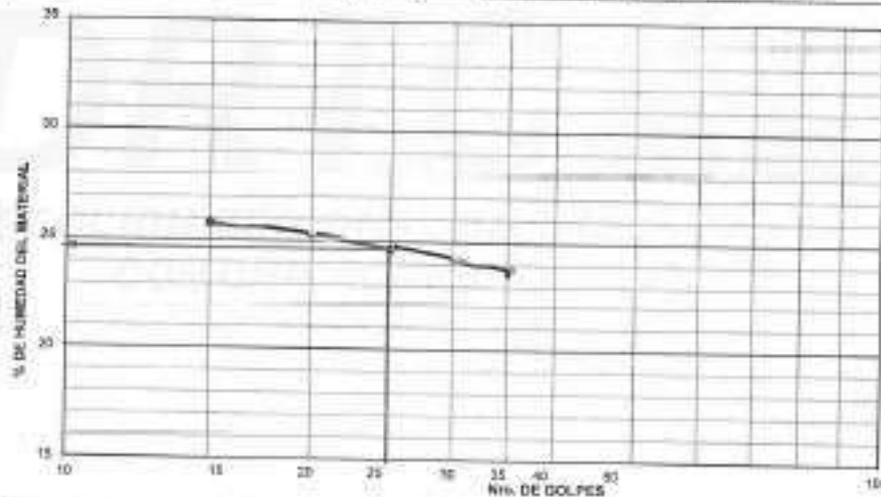


LIMITES DE ATTERBERG

METODO AASHO T-99 AND ASTM D-423-63

SOLICITA : ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMAN
 PROYECTO : TESIS APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACION DE LA SUB RASANTE
 TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
 UBICACION : DISE SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNIN
 CALICATA : N° 03 ESTRATO - B
 MATERIAL : SUB-RASANTE
 TECNICO : M. HERRERA B.
 FECHA : 02/07/2019

No. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	T-25	T-50	T-100	T-10	T-20	T-30
PESO TARA + SUELO HUMEDO (M)	43.26	41.92	41.66			
PESO TARA + SUELO SECO (B)	35.45	33.44	35.55			
PESO DE LA TARA (C)	24.71	24.32	24.50			
PESO DEL AGUA (A-B)	3.80	3.48	3.32			
PESO SUELO SECO (B-C)	14.75	14.12	14.03			
HUMEDAD (W) [(A-B)/B] x 100	25.70	24.66	23.66			
No. DE GOLPES	15	25	35	I	II	III



LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		INDICE PLASTICO	
LL	W _L	%	LP	%	IP	%
			19.90		4.90	

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNIN

Angela J. Rosita Cruz Viqueque
 INGENIERA EN TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

GOBIERNO REGIONAL JUNIN - JUNIN
 DIRECCION DE INGENIERIA Y CONSTRUCCIONES

Ing. Julio B. Antonio Coiro
 SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO DE OBRAS

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

SOLICITA OBRA : ANGELA ANDREA BRICEÑO GUZMÁN
TESIS: APLICACIÓN DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE
TRAMO : CALLE PARRA DEL RIEGO - SAPALLANGA - HUANCAYO
UBICACIÓN : Dist. SAPALLANGA - Prov. HUANCAYO - REGION JUNÍN
CALICATA : N° 03 ESTRATOS - A-B-C
MATERIAL : TERRENO DE FUNDACION PROF= 1.70 MTS.

TECNICO : J. SANTA CRUZ V.
FECHA : 02/07/2018

EXCAVACION A CIELO ABIERTO						
PROFUNDIDAD (cm)	SUCOS	ALTURAS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	ESTRATOS	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	SIMBOLOGIA DE ESTRATOS
0.00						
-0.10						
-0.20						
-0.30		0.50	12.50	A	Relleno con material organico	
-0.40						
-0.50						
-0.60						
-0.70						
-0.80	ML-CL	0.50	12.67	B	Doble simbologia limos organicos de mediana plasticidad	
-0.90						
-1.00						
-1.10						
-1.20						
-1.30	CL	0.80	12.05	C	Limos organicos de baja o mediana plasticidad; arcillas gravas arcillas arenosas arcillas magras	
-1.40						
-1.50						
-1.60						
-1.70						
-1.80						
-1.90						
-2.00						
-2.10						
-2.20						
-2.30						
-2.40						
-2.50						

IDENTIFICACION DE MUESTRAS
Tc: Tambo de cultivo
S/M: Sin muestra
M-1: Muestra alterada N°1
No presento ningun hallazgo

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Jefe J. Santa Cruz Viquez
Especialista en Suelo de Ingeniería

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - JUNÍN

Jefe J. Santa Cruz Viquez
Especialista en Suelo de Ingeniería

Anexo 9: Perfiles estratigráficos tomados en campo.

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: APLICACION DEL ADITIVO PER COMPACT PLUS EN SUELOS ARELLADOS PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB-BASANTE
 RESPONSABLE: GAON ANGELA ANDREA BRICENO GURHAN
 UBICACION: CALLE PARBA DEL RIEGO, DISTRITO SALLANGA, HUANCAYO
 METODO DE EXCAV: MANUAL TAMANO EXCAV: 1.30 M
 EXCAVACION: C-01 FECHA: 30/01/2019
 COORDENADAS: NORTE: 3651574 ESTE: 481964

PROFUNDIDAD (M) REPRESENTACION	ALTURA (M)	ESTRATOS	SEMBOLOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCION VISUAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, ANGULOSIDAD DE PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, ETC
0.0					
0.1					
0.2	0.40	A	Re	13.10	RELLENO CON MATERIAL ORGANICO DE COQUE MARCON
0.3					
0.4					
0.5	0.20	B	ML	12.50	LIMO ARENOSO DE MEDIANA PLASTICIDAD, DE COLOZ ARENOSO COMO PRESENCIA DE PARTICULAS DE 3/8" a 1" EN 10%.
0.6					
0.7					
0.8	1.10	C	CL	12.00	ARENILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD, DE COLOZ ARENOSO DUREO, PRESENCIA DE PARTICULAS DE 3/8" a 1" EN 3%.
0.9					
1.0					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2.0					
2.1					
2.2					
2.3					
2.4					
2.5					
2.6					
2.7					
2.8					
2.9					
3.0					
3.1					
3.2					
3.3					
3.4					
3.5					
3.6					
3.7					
3.8					
3.9					
4.0					
4.1					
4.2					
4.3					
4.4					
4.5					
4.6					
4.7					
4.8					
4.9					
5.0					

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: APLICACIÓN DEL ADITIVO DEL COMPACT PLUS EN TIENDAS ABOLUCO DE
PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB-GRANTE

RESPONSABLE: BACH. ANGELA ANDREA BRICIANO GUZMAN

UBICACIÓN: CALLE PARRA DEL RIESGO, DISTRITO SATELLANCA, HUANCAYO

METODO DE EXCAV: MANUAL TAMAÑO EXCAV: 1.50 M.

EXCAVACIÓN: C-02 FECHA: 26/01/2019

COORDENADAS: NORTE 8653660 ESTE: 481922

PROFUNDIDAD (M) REPRESENTACIÓN	ALTURA (M)	ESTRATOS	SEMBOLOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCIÓN VISUAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACIÓN, FORMA DE LAS PARTICULAS, ANGULOSENO DE PARTICULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, ETC.
0.0					
0.1					
0.2					
0.3	0.60	A	Re	12.00	CEMENTO CON MATERIAL ORGANICO DE COLOR MARON
0.4					
0.5					
0.6					
0.7	0.30	B	ML	11.00	LIMO ARENOSO DE MEDIANA PLASTICIDAD, PE. COBRE AMARILLO OSCURO, PRESENCIA DE PARTICULAS DE 3/3" A 1" EN 5%
0.8					
0.9	0.10	C	SC-SH	8.50	ARENA LINDA-ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD
1.0					
1.1					
1.2	0.60	D	CL	8.00	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA, DE COBRE AMARILLO OSCURO, PRESENCIA DE PARTICULAS DE 3/3" A 1" EN 5%
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2.0					
2.1					
2.2					
2.3					
2.4					
2.5					
2.6					
2.7					
2.8					
2.9					
3.0					
3.1					
3.2					
3.3					
3.4					
3.5					
3.6					
3.7					
3.8					
3.9					
4.0					
4.1					
4.2					
4.3					
4.4					
4.5					
4.6					
4.7					
4.8					
4.9					
5.0					

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: APLICACION DEL ADITIVO PERE COMPACT PLUS EN TIENDAS ABOLUCOS
 PARA LA ESTABILIZACION DE LA SUB-BASANTE
 RESPONSABLE: BACH. ANGELO ANTONIO OSORIO QUIRMAN
 UBICACION: CALLE PAZSA DEL DIBO, OCHOENTA SARDALLANGA, HUANCAYO
 METODO DE EXCAV: MANUAL TAMANO EXCAV: 1.70 M.
 EXCAVACION: C-03 FECHA: 26/01/2019
 COORDENADAS: NORTE 8607768 ESTE 487867

PROFUNDIDAD (m)	REPRESENTACION	ALTURA (m)	ESTRATOS	SIMBOLOS	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCION VISUAL, COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, ANGULOSIDAD DE PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, ETC.
0.0						
0.1						
0.2		0.50	A	Es	12.90	relleno con material orgánico de color marrón.
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7		0.30	B	CL-ML	13.00	limo arenoso de mediana plasticidad, de color amarillo oscuro, presencia de partículas de 3/8" a 3/4".
0.8						
0.9						
1.0						
1.1		0.40	C	CL	11.00	arcilla arenosa de baja plasticidad, de color amarillo oscuro, presencia de partículas de 3/8" a 1" en 3:1.
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
2.9						
3.0						
3.1						
3.2						
3.3						
3.4						
3.5						
3.6						
3.7						
3.8						
3.9						
4.0						
4.1						
4.2						
4.3						
4.4						
4.5						
4.6						
4.7						
4.8						
4.9						
5.0						

Anexo 10: *Certificados de calibración de los equipos del laboratorio*



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 762 - 2019

Página : 1

Expediente : 089-2019
Fecha de emisión : 2019-07-25

1. Solicitante : DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES JUNIN
Dirección : AV. ARTERIAL MRO. 378 - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE ELECTRICO
Marca de Copa : SHERMAN
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA
Marca de Contómetro : CHNT
Modelo de Contómetro : JDM1-4E
Contómetro : DIGITAL

El Equipo de medición con el modelo y número serie abajo indicados ha sido calibrado probado verificado usando patrones certificados trazabilidad a la Dirección de Metrología del INA y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en condiciones de la calibración. Al solicitante corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del conservación y mantenimiento del instrumento medición o a regulaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto de este instrumento, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración derivados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
25 - JULIO - 2019

4. Método de Calibración
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM
Tomando como referencia la Norma ASTM D-431B.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 1598 - 2018	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19.3	19.0
Humedad %	71	71

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 281 - 2019

Página 1 de 3

Expediente	: 009-2010
Fecha de Emisión	: 2019-07-12
1. Solicitante	: DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES JUNÍN
Dirección	: AV. ARTERIAL NRO. 376 - CHILCA - HUANCAYO - JUNÍN
2. Instrumento de Medición	: BALANZA
Marca	: HENKEL
Modelo	: S4003KF
Número de Serie	: NO INDICA
Alcance de Indicación	: 500 g
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g
División de Escala Real (d)	: 0,1 g
Procedencia	: NO INDICA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LOCAL
Fecha de Calibración	: 2019-07-12

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 delimitados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM

4. Lugar de Calibración

JR. TENIENTE JIMENEZ N° 180 - CHORRILLOS


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Eloyza Caceres
 Reg. CIP N° 163624

METROTEC**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Empresa de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 328 - 2017***Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 2

1. Expediente	12908	Este certificado de calibración documenta la fidelidad a los patrones nacionales e internacionales, que tienen las medidas de la muestra de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES JUNIN	
3. Dirección	Av. Arequipa Nº 176 Chica - Huancayo - JUNIN	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le correspondió disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual será su función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	10000 lbf.	
Marca	SOILTEST	
Modelo	CN-474	
Número de Serie	NO INDICA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de las precisiones que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	RS2204850002 (*)	
Procedencia	U.S.A.	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS - ORTC JUNIN	
5. Indicador	ANALÓGICO	
Marca	ELE	El certificado de calibración es firma y sello como de válido.
Número de Serie	982531544	
División de Escala / Resolución	0.0001 pulg.	
6. Fecha de Calibración	2017-12-27	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

2017-12-30


 JOSÉ LUIS GISPEL MORALES


Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. Arequipa de Arequipa 176 Chica - Huancayo - JUNIN - PERU

R.O.U. 12711-140-0642

C.V.C. 0713 873 439 272 - 802 432 322-851 499 383

0054 - 1 873 440 771 - 802 439 442 - 802 440 753

ventas@metrologia-y-tecnicas.com
www.metrologia-y-tecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Metro

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 588 - 2017

Página 1 de 4

1. Expediente	17908	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	DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES JUNIN.	
3. Dirección	Av. Arterial nro.376 Chica - Huancayo - JUNIN.	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 solo carece de validez.
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	EB30	
Número de Serie	8029335756	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	Laboratorio de suelos - DRTC Junin	
5. Fecha de Calibración	2017-12-27	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

2017-12-30



JUAN L. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá 3671 Lot 24 Urb. San Diego - LIMA - PERU
Tel.: (511) 540-0662
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 631 342 / 971 439 282
PPM: 8 071410757 / 8023615121 / 8071410757

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

Anexo 11: Guía para la aplicación del aditivo Per Compact Plus



Hoja Técnica
Edición 02, 01/09/18, JF
ADITIVOS ESPECIALES S.A.C.

PER COMPACT PLUS

Aditivos copolimericos enzimaticos naturales

www.aditivosespeciales.com.pe



**ADITIVOS AGLOMERANTES ENZIMATICOS COMPACTADORES
DE SUELO Y SUPRESORES DE POLVO**

TRATAMIENTO PARA ARENAS DE RELAVES MINEROS

GUÍA PARA LA APLICACIÓN



PER COMPACT PLUS

Aditivos copoliméricos enzimáticos naturales

Aditivo PER COMPACT PLUS Aplicación Modalidad Supresor (Riego Tópico)

Este aditivo dado sus componentes ricos en Copolímeros naturales, biodegradables produce enlaces de tipo cementicio que son estables y duraderos en el tiempo

- A. Inicialmente se debe humectar o riego completo de la superficie a tratar con agua (el riego debe ser completo y leve, sin saturar la superficie; si se produce exceso de agua, se debe esperar a que se sequen las pozas de la superficie, y la saturación superficial)

B. APLICACIÓN CON EFECTO ACUMULATIVO.

Aplicar una dosis inicial de 2 litros x m² de aditivo PER COMPACT PLUS en dos etapas, el sector a tratar se debe homogenizar con el producto en una dilución de 1:12.

- 1º Dosis de 1 litro x m² luego esperar a que seque al tacto. 1 a 2 horas
2º Dosis de 1 litro x m² la que secará en 1 a 2 horas.

- C. El tiempo para la mantención recomendada será menor que siendo estabilizada, la aplicación para el aditivo PER COMPACT PLUS una dosis de 0,5 litro x m², en una dilución de 1:12 del PER COMPACT PLUS y agua.

Se recomienda realizar estas aplicaciones en época de NO LLUVIAS.

Observación General:

Para la modalidad de Supresor, y en la primera aplicación (Homogenización de suelo) se recomienda una dosis media de aplicación total óptima de PER COMPACT PLUS 2 litro/m². La dosis, es adecuada para la mayoría de suelos, sin embargo, en suelos no plásticos o de IP muy bajo, o con finos demasiado bajos, podrá ser necesario incrementar la dosis de aplicación. Si se requiere más de una aplicación, este no debe ser sucesivo ya que es de efecto acumulativo y se debe esperar hasta que la aplicación inicial o previa, haya penetrado adecuadamente en la superficie.

Si la superficie a tratar presenta una pendiente longitudinal superior a 6 por ciento, la dosis de aplicación deberá ser completada en varias

etapas con tal de prevenir el escurrimiento del producto.

Cuando el PER COMPACT PLUS se deba aplicar en grandes extensiones de camino se recomienda hacer un tramo de prueba con la dosis especificada, y de acuerdo a lo observado corregir la dosis para el resto de la obra si fuese necesario.

ii. Nota Importante; Luego de aplicado y el aditivo, se haya complementado en su totalidad, conseguido la carpeta de rodado exigida, se debe evaluar mantenciones según las variables del suelo tratado, variables climáticas, tipo y volumen de tráfico, ubicación o zona geográfica.

El aditivo PER COMPACT PLUS mencionado en este documento son de efecto acumulativo y logrará su mayor efectividad de aglomerado según su periodo de secado y temperatura, es decir, a mayor temperatura luego de aplicado, mayor será su efectividad, por lo tanto, se sugiere la aplicación en días de calor o épocas de primavera o verano.

Aditivo PER COMPACT PLUS Aplicación Modalidad Estabilizado

Para la modalidad de aplicación Compactado con los aditivos de la línea PER COMPACT PLUS Evita importar los materiales con que se ejecuten las bases, sub-base y sub-rasantes, estabilizando directamente los suelos existentes mediante el desarrollo de los siguientes pasos:

- A. Toma de muestra del suelo a tratar para análisis y ensayos en laboratorio (Granulometría, Proctor, Humedad óptima, Límites). Se sugiere que se realicen ensayos previos INSITU, para optimizar la dilución, rendimiento (dosis) con el objetivo de obtener los mejores resultados técnicos y económicos.
- B. Se escarifica con moto niveladora a la profundidad requerida (10,15,20 cm) en este caso recomendamos 15 cm.
- C. Se mezcla el PER COMPACT PLUS con el agua (Según indicación 1:6) incorporando al camión aljibes la cantidad requerida según humedad existente y variables dadas por el análisis del laboratorio para una dosis óptima de compactación.
- D. Se riega con la solución humectando el suelo hasta alcanzar la humedad óptima de compactación, procurando que el rendimiento mínimo sea de 2 litros/m².
- E. Se compacta en forma tradicional, mediante la utilización de un rodillo compactador.



www.aditivosespeciales.com.pe

F. Luego de finalizado la compactación, la carpeta deberá ser humectada con la misma solución de 1:8 dosis del mismo PER COMPACT PLUS con un rendimiento de 0.5 litros /m² para conseguir un sellado final.

G. Se recomienda realizar estas aplicaciones en época de NO LLUVIAS.

H. La mantención de la vía será mediante un riego tóxico superficial, según lo especificado en la presente ficha técnica, aproximadamente cada 3 meses.

Apertura al tráfico

Para evitar pérdida de tracción y pérdida significativa del producto recién aplicado, en caminos o senderos recién tratados, se recomienda evitar el tráfico de vehículos por 2 a 3 horas de la aplicación. En caminos con fuertes pendientes longitudinales este periodo podrá extenderse hasta 4 horas. Previamente confirmado su estado de quiebre (Secado).

CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA VALOR REFERENCIAL DEL IRI

ESTADO DEL CAMINO		SUPERFICIE DE RODADURA (IRI)	CRITERIOS Y CONDICIONES DEL CAMINO
Muy mal estado	MM	>18	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de rodadura presenta elevado deterioro, grandes deformaciones, hundimientos y baches. De circulación muy restringida durante la mayor parte del año. Obras de arte insuficientes y obras de drenaje insuficientes. La velocidad de circulación es menor a 10 kilómetros por hora en tramos rectos.
Mal estado	M	14-18	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de rodadura presenta deterioro, ciertas deformaciones apreciables, hundimientos y baches. De circulación restringida durante ciertos periodos del año. Obras de arte insuficientes y obras de drenaje insuficientes. La velocidad de circulación es menor a 20 kilómetros por hora en tramos rectos.
Regular estado	R	10-14	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de rodadura presenta deterioro superficial y presencia de baches y hundimientos puntuales. De circulación sin restricciones durante el año. Obras de arte con daños menores y obras de drenaje parcialmente colmatadas. La velocidad de circulación es aproximadamente entre 20 y 40 kilómetros por hora en tramos rectos.
Buen estado	B	6-10	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de rodadura no presenta deterioro apreciable. De circulación sin restricciones durante el año. Obras de arte en buen estado y obras de drenaje limpias. La velocidad de circulación es aproximadamente entre 40 y 60 kilómetros por hora en tramos rectos.
Muy buen estado	MB	4-6	<ul style="list-style-type: none"> Superficie de rodadura sin defectos y con excelente regularidad superficial. De circulación sin restricciones durante el año. Todas las obras de arte y de drenaje en muy buen estado y limpias. La velocidad de circulación puede llegar a ser mayor a 60 kilómetros por hora en tramos recto.

IRI Índice de regularidad Internacional



PER COMPACT PLUS

Aditivos copoliméricos enzimáticos naturales

www.aditivosespeciales.com.pe

1.- B / MB = Mantenidón Básica; Se considera solo una nueva humectación superficial a la carpeta de rodado o sector tratado.

- Objetivo: Mantener las buenas condiciones de la carpeta de rodado y evitando que se levante polvo, finalmente dejarla en condiciones óptimas de transitabilidad y comodidad para el usuario
- Maquinaria: Camión aljibes

2.- R/E = Mantenidón de nivelación o perfilado; Se considera pasar motoniveladora, a 2 o más centímetros y humectación o sellado superficial.

- Objetivo: Mejoramiento de la superficie de rodadura para dejarla en condiciones óptimas de transitabilidad y comodidad para el usuario.
- Maquinaria: Motoniveladora, Camión aljibes

3.- M / MM= Mantenidón de reparación o reposidón de carpeta de rodado; Consiste en escarificar, conformar, nivelar y compactar el afirmado existente, con o sin adición de nuevo material de afirmado. Se considera, intervenir los sectores dañados, escarificar humectar, compactar y sellar.

- Objetivo: Eliminar huellas, deformaciones, ondulaciones, erosiones, y material suelto de la plataforma, obteniendo una superficie uniforme, de tal manera que la sensación del usuario que transita por la carretera sea de comodidad y seguridad.
- Maquinaria: Motoniveladora, Rodillo compactador, camión aljibes.

ANEXO 1.-

PER COMPACT PLUS aplicados en Riego tópicos Supresor de polvo probeta 15x15



ventas@aditivosespeciales.com.pe

www.aditivosespeciales.com.pe

ANEXO 2

PER COMPACT PLUS aplicados en suelo (Briqueta) Compactado y prensa de ensayo.



PER COMPACT PLUS

Aditivos copolimericos enzimaticos naturales

www.aditivosespeciales.com.pe

ANEXO 3: PER COMPACT PLUS aplicados en un Relave



Distribuidores exclusivos en PERU:



Oficina principal
Calle Gerardo de la Vega 211
Lima - Perú
Teléfono: 011 476 0000 / 011 476 0001
peru@aditivosespeciales.com

Plus - Call 6
Av. Luis Montero 488
Lima - Perú
Teléfono: 011 476 0000
011 476 0001
peru@aditivosespeciales.com

Oficina Call 6
CRONOCOS - DISTRIBUCION EXCLUSIVO
Calle Luis Valle Gacabos N° 403 - 491 - URBANIZACION
PALERMO
Lima - Perú
peru@aditivosespeciales.com

Oficina Arequipa
Tel: 052-212000
052-212000

DESCRIPCIÓN TÉCNICA:

Aditivo de granada en el momento y en el lugar que se elabora el concreto, que produce un nivel de fuerza cohesiva y reduce el segregación con máxima adherencia y resistencia a la tracción de la estructura del concreto.

UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO:

La aplicación se realiza en el momento de la elaboración del concreto, y se realiza con el agua de los agregados, sin embargo se puede utilizar bajo algunas circunstancias, siempre que se cumpla con los requisitos de resistencia y adherencia. Se recomienda utilizar el producto para determinar el nivel de agua de los agregados y el nivel de agua de los agregados, y la máxima resistencia de la estructura. La resistencia se mide en el momento de la elaboración del concreto, y la máxima resistencia de la estructura. La resistencia se mide en el momento de la elaboración del concreto, y la máxima resistencia de la estructura.

www.aditivosespeciales.com.pe

Anexo 12: Cotización del aditivo Per Compact Plus



RUC: 2067242191
ADITIVOS ESPECIALES S.A.C.
 Dirección fiscal: P.O. BOX PRINCIPAL, ASOCIACION
 COOPERADORA TET, A.M. TARIJA DE
 LURELLA, LIMA, DISTRITO DE VILLA MARA DEL
 TRUJANO



LIMA
 Email: ventas@aditivosespeciales.com.pe
www.aditivosespeciales.com.pe

COTIZACIÓN N° 8208

CLIENTE		ÁREA TÉCNICA	
Nombre:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	DIR / RUC:	2012666683
Dirección:	AV. GIRASOL NRO. 200 JUNJI - HUANUCO - HUANUCO	Fecha:	Jueves, 17 de Octubre de 2019
Atención:	Rodrigo Angel Andrea Escobedo Guzmán	Vendedor:	Jorge Vitor
Email:	angelakg21@gmail.com	Celular:	925 725 440
Celular:	Ryanangel19@gmail.com	Facturación:	01 2677062 Anexo 20 / Cotización Anexo 26
Correo electrónico:		Email:	ventas@aditivosespeciales.com.pe
Lugar de entrega:	LIMA METROPOLITANA / AGENCIA LIMA	Cotización:	01 2677062 Anexo 26
Agencia:	AGENCIA INICIAL EL CLIENTE		
Contacto Oficina:			
Oficina proveedora:			
* EMISAR FACTURA ELECTRONICA E:			
Email:			

* Información importante sobre el Orden de Compra con la nueva regulación:

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION / DESCRIPCION	UNID	CANT	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL	IMPORTE
1		ARREGLOS POR COMPACT PLAS	Datos	1			91.4217

Preço no incluye IGV a provista

Sub. Total \$: 42.17
 I.G.V. 18% \$: 7.59
Total a facturar \$: 49.76

FORMA DE PAGO:	Contado	MONEDA:	SOL (S.)
LUGAR DE ENTREGA:	LIMA METROPOLITANA / AGENCIA LIMA	NOTA:	
PLAZO DE ENTREGA:	24 horas, aparte de emitida la orden de compra y voucher de pago		
* Toda coordinación sobre entregas con la Coordinación y jefe de despacho y facturación Srta. Katherine Iglesias 64667564			
SERVICIOS:	Asistencia técnica PRE y POST-venta en Oficina Capacitación a sus Operarios en el momento de la aplicación en campo. Chequeo de Capacitación a su departamento de Ingeniería y Logística. Capacitación Técnico-Práctico por 8 horas Certificado de Calidad y Garantía. Fichas Técnicas / Hojas de Seguridad MSDS y Capacitación de su manejo	REQUISITO:	* Toda OCM Y/O FACTURA deben ser firmada y sellada como confirmación de recepción de la entrega de la mercancía. * Incluir en la ORDEN DE COMPRA el correo donde se debe enviar la FACTURA ELECTRONICA
N° DE CUENTA - ADITIVOS ESPECIALES S.A.C. LIMA N° CUENTA INTERBANCARIA			
BCP	M.N.	156-170014-0-07	CCI 002-194-00170014007-08
BBVA	M.N.	001-1-00780100036958	CCI 011-378-000100036958-73
SCOTIABANK	M.N.	1982015	CCI 004-175-00001982015-34

A la espera de su confirmación, quedamos de Ud.

MSD
 MSD

Distribuidor Excluyente
 LA PERITON INTERNACIONAL LTD. (representada por el distribuidor)



Distribuidor Excluyente



HYPERDESMO



Quimica

www.aditivosespeciales.com.pe