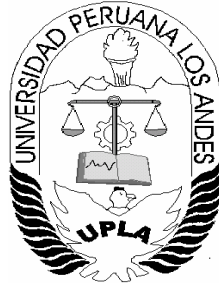


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**APLICACIÓN DEL ADITIVO QUIM KD – 40 EN LA
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA CAMINOS NO
PAVIMENTADOS EN EL ANEXO DE NAHUIN,
PALCA – TARMA –JUNÍN, 2017**

PRESENTADO POR:

Bach. MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ

AREA DE INVESTIGACION: TRANSPORTE Y VIAS DE COMUNICACION

LINEA DE INVESTIGACION: TRANSPORTE Y VIAS DE COMUNICACION

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERU

2018

ING. BONILLA MANCILLA HUMBERTO DAX

ASESOR

ING. BULLON ROSAS JUAN JOSE

ASESOR

DEDICATORIA

Con todo aprecio y respeto dedico en primer lugar la presente investigación a Dios por darme la fortaleza y el amparo durante los años de estudio, seguidamente a mis padres, Julie y Luis quienes son mi inspiración para yo poder seguir saliendo adelante y superando cada adversidad que se presente en la vida.

De la misma manera a mis queridos hermanos, Yessenia y Diego porque gracias a ellos es que yo llego a consolidar mis metas más anheladas deseando que ellos puedan lograrlo de la misma manera y que mejor superándome.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Peruana Los Andes, alma mater en nuestra formación profesional, por haber enriquecido y nutrido nuestros conocimientos y por la grandeza de nuestra formación dada por cada uno de nuestros docentes.

Así mismo a cada uno de mis familiares por su apoyo constante en situaciones difíciles como en los fáciles, por los ánimos de seguir adelante pese a los obstáculos que se presentan en la vida.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. CASIO A. TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE**

**ING. LUIS FABIAN BRAÑEZ
JURADO**

**DR. TITO MALLMA
JURADO**

**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE**

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

CAPITULO I	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1.1 Descripción de la realidad problemática	16
1.2 Formulación del problema	18
1.2.1 Problema General	18
1.2.2 Problemas Específicos	19
1.3 Delimitaciones de la investigación.....	19
1.3.1 Social:.....	19
1.3.2 Espacial:.....	19
1.3.3 Temporal:	19
1.4 Justificación de la investigación	20
1.4.1 Justificación social.....	20
1.5 Limitaciones de la investigación	21
1.6 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivo Específicos	22
CAPITULO II	23
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Antecedentes de la investigación.....	23
2.2 Marco conceptual	26

2.2.1 Bases Teóricas.....	26
2.3 Bases legales	42
2.4 Definición de términos básicos.....	44
CAPITULO III.....	48
3. HIPOTESIS Y VARIABLES	48
3.1 Hipótesis	48
3.1.1 Hipótesis general.....	48
3.1.2 Hipótesis específicos	48
3.2 Variables	49
3.2.1 Definición conceptual de variables	49
3.3 Indicadores de las variables	50
3.4 Operacionalización de variables.....	51
CAPITULO IV.....	52
4. METODOLOGIA	52
4.1 Método de la investigación	52
4.2 Tipo de investigación.....	52
4.3 Nivel de investigación.....	52
4.4 Diseño de investigación.....	52
4.5 Población y muestra	53
4.6 Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos	53
4.6.1 Técnicas	54
4.6.2 Instrumentos.....	54
4.6.3 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.	55
4.7 Técnicas y análisis de datos.....	55
4.7.1 Descripción de la zona	55
4.7.2 Ubicación política	55
4.7.3 Ubicación geográfica	58
4.7.4 Aspecto Geográficos	58
4.7.5 Aspecto Social.....	60
4.7.6 Infraestructura de servicio, vías de comunicación.....	63
4.7.7 Beneficios de la estabilización del suelo	64
4.7.8 Procedimiento para la estabilización de suelo.....	65

4.7.9 Aplicación del aditivo QUIM KD – 40.....	84
CAPITULO V.....	90
5. RESULTADOS.....	90
5.1 Ensayos de laboratorio.....	90
5.1.1 Análisis granulométrico por tamizado.....	90
5.1.2 Limite Liquido (ASTM D-423) y Limite Plástico (ASTM D-424).....	90
5.1.3 Clasificación de los suelos por el método SUCS y por el.....método AASHTO.....	91
5.1.4 Ensayo de densidad de Campo (ASTM D-1556).....	91
5.1.5 Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557).....	92
5.1.6 California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883).....	93
CAPITULO VI.....	95
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	95
6.1 Discusión de resultados	95
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Proporción de cemento en estabilizaciones.....	34
Tabla 2 Gradación de los suelos tratados con cloruro de calcio.....	38
Tabla 3 Comunidades campesinas.....	59
Tabla 4 Ensayos de mecánica de suelos.....	67
Tabla 5 Diámetro nominal de partículas.....	69
Tabla 6 Gradación de suelos.....	83
Tabla 7 Dosificación del aditivo y el agua.....	84
Tabla 8 Análisis granulométrico.....	89
Tabla 9 Limite líquido y plástico.....	89
Tabla 10 Clasificación de suelo SUCS y AASHTO.....	90
Tabla 11 Densidad de campo terreno natural.....	90
Tabla 12 Densidad de campo terreno natural + aditivo.....	91
Tabla 13 Proctor modificado terreno natural.....	91
Tabla 14 Proctor modificado terreno natural + aditivo.....	92
Tabla 15 C.B.R. terreno natural.....	92
Tabla 16 C.B.R. terreno natural + aditivo.....	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variación de plasticidad y resistencia a compresión.....	32
Figura 2 Mapa del Perú.....	55
Figura 3 Mapa de Junín.....	56
Figura 4 Mapa de Tarma.....	56
Figura 5 mapa de ubicación del anexo de Nahuin.....	57
Figura 6 Humedecimiento del suelo con agua.....	85
Figura 7 Escarificado del suelo.....	85
Figura 8 Aplicación del aditivo QUIM KD – 40.....	86
Figura 9 Mezclado del suelo.....	86
Figura 10 Nivelado del tramo.....	87
Figura 11 Tramo nivelado.....	87

RESUMEN

Esta investigación debe responder al problema general ¿De qué manera influye la aplicación del aditivo QUIM KD – 40 en la estabilización de suelos para caminos pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca, Tarma - Junín 2017?, y como objetivo general: Examinar la influencia de la aplicación del Aditivo QUIM KD – 40 en la estabilización de suelos respecto a sus propiedades físico – mecánicas, para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017, la hipótesis general a verificarse es: La aplicación del aditivo QUIM KD – 40 influye en la estabilización del suelo de la trocha Carrozable del anexo de Nahuin, Palca – Tarma Junín, 2017.

En la investigación se usó el método científico, el tipo de investigación es aplicada, con un nivel explicativo y el diseño es experimental; la población con la que se cuenta son los caminos no pavimentados del anexo de Nahuin que se encuentran dentro del Distrito de Palca y se consideró un tipo de muestreo no probabilístico intencionado que fue el tramo de la trocha carrozable entre los anexos de Santa Rosa de Carpapata – Santa Rosa de Nahuin (mediante calicatas).

Se concluyó que con la aplicación del aditivo QUIM KD – 40, mejoró considerablemente la estabilización del suelo, cumpliendo normas y parámetros establecidos de acuerdo a sus propiedades físico mecánicas del suelo para así llegar a tener un suelo estabilizado.

Palabras claves: Aplicación del aditivo , estabilizacion de suelos. Y caminos no pavimentados.

ABSTRACT

This research must respond to the general problem. How does the application of the additive QUIM KD - 40 influence the stabilization of soils for unpaved roads in the annex of Nahuin, Palca, Tarma - Junín 2017 ?, and as a general objective: To examine the influence of the application of the additive QUIM KD - 40 in soil stabilization with respect to its physical - mechanical properties, for unpaved roads in the annex of Nahuin, Palca - Tarma - Junín, 2017, the general hypothesis to be verified is: The application of the additive QUIM KD - 40 influences the stabilization of the soil of the carriage trail of the annex of Nahuin, Palca - Tarma Junín, 2017.

In the research the scientific method was used, the type of research is applied, with an explanatory level and the design is experimental; the population that counts are the unpaved roads of the annex of Nahuin that are within the District of Palca and it was considered a type of intentional non-probabilistic sampling that was the stretch of the carriage trail between the annexes of Santa Rosa de Carpapata - Santa Rosa de Nahuin (through test pits).

It was concluded that with the application of the additive QUIM KD - 40, soil stabilization improved considerably, complying with norms and parameters established according to their physical and mechanical properties of the soil in order to have a stabilized soil.

Keywords: Application of the additive, soil stabilization. And unpaved roads.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema sobre estabilización de suelos mediante el uso del aditivo QUIM KD – 40, autores como: Valle (2010) su trabajo de investigación consistió en: “Buscar el máximo aprovechamiento del terreno en presencia de sulfatos solubles y yesos en la construcción de terraplenes y fondos de desmontes con métodos de estabilizaciones adecuadas”, llego a la conclusión: “La estabilización más efectiva es al realizada con el cemento tipo V, que incrementa la resistencia al corte, reduce el hinchamiento libre reduce la retracción lineal y el índice de plasticidad. Los mecanismos que dan lugar a todas estas mejoras son el intercambio de iones, floculación y las reacciones cementicias y puzolánicas”.

La estabilización de suelos en el Perú es una actividad que se viene desarrollando desde hace años atrás, para que de esa manera se obtenga mejores caminos estables y brinden de esa manera un mejor rendimiento, generando calidad y confort en los beneficiarios.

La investigación de esta problemática se realizó por el interés de conocer de qué manera influye la aplicación del aditivo QUIM KD – 40 en la estabilización del suelo de la trocha Carrozable del anexo de Nahuin, ubicado en el distrito de Palca, Provincia de Tarma, Región Junín.

El tipo de diseño de investigación por el que se rige la tesis es experimental, ya que se manipulara una variable independiente para observar sus cambios en las variables dependientes en una situación de control. “Es decir que los

diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula”. Fernández y Baptista, (2014).

El objetivo principal es examinar la influencia de la aplicación del Aditivo QUIM KD – 40 en las propiedades físico – mecánicas del suelo, así mismo determinar la influencia al porcentaje de compactación como el mejoramiento de la resistencia (C.B.R.)

En el marco teórico se presenta la descripción de la utilización de otros estabilizadores de suelos, pero dando mayor énfasis a la aplicación del aditivo QUIM KD – 40, desde su composición química y especificaciones técnicas hasta mostrar los resultados de los ensayos del laboratorio de suelos.

La presente tesis de investigación contiene los presentes capítulos:

Capítulo I, se describe la realidad problemática, formulación del problema de investigación, objetivos, justificación de la investigación, delimitación y limitación de la investigación.

Capítulo II, se presenta el marco teórico en el cual se indica los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, bases legales y finalmente la definición de términos.

Capítulo III, se planteó las hipótesis y las variables tanto dependientes como independientes.

Capítulo IV, se menciona la metodología de la investigación, como también de determino el diseño, el tipo, el nivel y el enfoque de la investigación, del mismo modo las técnicas y/o instrumentos de recolección de datos.

Capítulo V, en este capítulo se muestran todos los resultados obtenidos del laboratorio de suelos.

Capítulo VI, ya para poder concluir dentro de este capítulo se realizaron las discusiones de resultados y así determinando si estos cumplieron o no con lo estipulado en la hipótesis general como específicos.

ROSALES MUÑOZ, Marco Antonio

CAPITULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial por la misma necesidad de que exista comunicación y/o integración entre los pueblos, anexos, distritos, provincias y regiones se dan la construcción de obras viales, siendo estas de diferentes envergaduras y con Normas y parámetros ya establecidos. Presentándose de esta manera problemas con los diferentes tipos de suelos en lo que se refiera a sus propiedades físico – mecánicos, dando lugar a buscar soluciones a la estabilidad de estos suelos.

A nivel mundial en España empezaron a estabilizar algunos caminos agrícolas los cuales presentaban mayores problemas en cuanto a su estabilidad. De este modo se vinieron dando las estabilizaciones de suelos con diferentes métodos ya sean mecánicos, químicos entre otros. En nuestro país la aplicación masiva de estabilización de suelos se data solo de mediados de la década final del siglo XX, gracias al empleo de las modernas estabilizadoras.

Según Manual de Estabilización de Suelos con Cemento o Cal, (2004). “Estos potentes equipos son muy eficaces en la mezcla in-situ del suelo con cemento o cal, consiguiendo obtener, con un rendimiento muy

elevado, capas de gran espesor con un material uniforme. También han contribuido a este acelerado desarrollo las restricciones ambientales respecto al empleo de suelos fuera de la traza de las obras y la necesidad de cimientos más resistente para un tráfico más pesado”

Así mismo en el Perú, la construcción de carreteras es de vital importancia para la comunicación entre los pueblos, para que de esta manera mejoren su calidad de vida mediante su desarrollo socio – económico. En el Perú las zonas un poco alejadas y en lo que se conoce como anexos, las vías de comunicación son en su mayoría son trochas carrozables siendo estas las que mayormente se construyen y llegando a realizarse hasta el afirmado de carretera. Por lo general el ingeniero debe de enfrentarse a diferentes tipos de suelos, y en la mayoría de los casos encontrarse con suelos en el cual las propiedades y/o características no cumplen con lo requerido para realizar un buen afirmado, dando origen a la estabilización de suelos.

Según (EG – 2013) “La estabilización de suelos es un proceso que consiste en mejorar las propiedades químicas o físicas de los suelos, para que de esta manera los suelos sean más óptimos en cuanto a la resistencia al esfuerzo cortante y otras cualidades. Para la estabilización de suelos mediante aditivos químicos tiene que ser controla y deben de cumplirse el lineamiento establecido por este. por ello estas deben de cumplir normas y requisitos ya establecidos por las normatividades

vigentes para que de ese modo estas sean viables y brinden un servicio al 100 %, ya que en la actualidad se ve vías de comunicación en abandono por motivo de mala construcción de esta, que hace que no sea transitable por vehículos”

Según (Municipalidad Distrital de Palca, 2017) "El Distrito de Palca se encuentra ubicado en la provincia de Tarma, departamento de Junín, abarca una superficie de aproximadamente de 91,972 Has es decir 919.72 Km², distribuidos en la Vertiente Oriental de la Cordillera en la región denominada de Selva Central la altitud promedio es de 2,500 m.s.n.m. Desde la colonización de la zona de influencia, éstas se llevaron a cabo con insalvable dificultad de transporte, que hasta la fecha se viene sufriendo por la carencia de una carretera en buenas condiciones de transitabilidad. Los pobladores del anexo de Nahuin a fin de aliviar este problema ejecutaron la apertura de carreteras y caminos de herradura con las limitaciones del caso en el ámbito del proyecto, siendo esto hace unos 50 años”

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera influye la aplicación del Aditivo QUIM KD – 40 en la estabilización de suelos para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin - Palca – Tarma – Junín 2017?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál sería la influencia del aditivo QUIM KD - 40 frente al porcentaje de compactación para caminos no pavimentados en el anexo De Nahuin - Palca – Tarma – Junín 2017?
- b) ¿Cuánto sería la influencia del aditivo QUIM KD – 40 en el mejoramiento de la resistencia del suelo (C.B.R.) para caminos no pavimentados en el anexo De Nahuin, Palca – Tarma – Junín 2017?

1.3 Delimitaciones de la investigación

1.3.1 Social:

En la presente investigación vincula directamente a los pobladores de los anexos de Santa Rosa de Nahuin y a Santa Rosa de Carpapata.

1.3.2 Espacial:

La presente investigación delimita espacialmente al distrito de Palca y algunos de sus anexos.

1.3.3 Temporal:

La investigación se realizará en el año 2017, específicamente entre los meses de setiembre hasta diciembre.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación social

De acuerdo Arias (2006), considera que “La justificación práctica corresponde si la investigación resolverá un problema o por lo menos, propone estrategias que ayudarán a resolverlo” (p.23). Entonces según lo descrito se establece que, la investigación contribuirá a resolver un problema real que es la estabilización de suelos mediante el uso del aditivo QUIM KD – 40, para de esa manera poder llegar a los parámetros establecidos y aumentando positivamente las propiedades físico mecánicas del suelo, generando de esta manera mejores caminos no pavimentados las cuales se rijan a normas y parámetros establecidos, para poder garantizar las mejoras que se obtienen en los caminos no pavimentados se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio de suelos como son: granulometría, este ensayo nos dará los valores en porcentaje de grava, arena y finos que contiene cada muestra (calicatas). Luego se realizará el ensayo de Proctor Modificado NTP 339.141 y C.B.R. NTP 339.145 de esta manera observaremos la comparación entre la resistencia de un suelo natural frente al suelo estabilizado con el aditivo QUIM KD 40, y así se determinará la influencia del aditivo QUIM KD-40 en el suelo usado.

1.4.2.1 Relevancia Social:

El presente trabajo de investigación contribuirá de forma significativa y constructiva a la carrera de ingeniería civil como a los profesionales que tengan más acercamiento a la ingeniería de transportes, dando una opción más a usar el mencionado aditivo en la estabilización de suelos en caminos no pavimentados.

1.4.2 Justificación metodológica

Esta investigación determinara cómo influye la aplicación del aditivo QUIM KD – 40 con respecto a la estabilización de suelos generando conocimientos, tal es el estudio físico mecánicos del suelo, esto fundamentado en lo descrito por Bernal (2006).

1.5 Limitaciones de la investigación

En la presente investigación se vio problemas de gestión en cuanto a la aceptación del uso del aditivo QUIM KD – 40, ya que, por no ser muy conocido comercialmente, la comunidad de Nahuin pidió garantías de dicho producto.

1.6 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación del Aditivo QUIM KD – 40 en la estabilización del suelo, frente a sus propiedades físico –

mecánicas, para caminos no pavimentados en el anexo De Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017.

1.3.2 Objetivo Específicos

- a) Determinar la influencia del aditivo QUIM KD - 40 frente al porcentaje de compactación para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017.
- b) Determinar la influencia del aditivo QUIM KD - 40 en el mejoramiento de la resistencia (C.B.R.) para para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

Nuestra investigación presenta los siguientes antecedentes tanto internacionales, nacional, local:

Valle (2010), concluyo que “La estabilización de suelo más efectiva es al realizada con el cemento tipo V, que incrementa la resistencia al corte, reduce el hinchamiento libre, reduce la retracción lineal y el índice de plasticidad. Los mecanismos que dan lugar a todas estas mejoras son el intercambio de iones, floculación y las reacciones cementicias y puzolánicas” (p.59).

Escobar (2012), explico que “En la práctica de la ingeniería, es común definir la estabilidad de un talud en términos de un factor (F.S.), obtenido de un análisis matemático determinístico, cuyos modelos, deben de tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad, como son geometría del talud, parámetros geológicos, cargas dinámicas por efecto de los sismos, flujos de agua, propiedades de los suelos, entre otros más. Es por esto, que el presente estudio evalúa la estabilidad para diferentes inclinaciones, de dos taludes de suelos de origen tropical” (p. 12).

Roldan (2010), menciona “El tratamiento adecuado para lograr obtener propiedades físicas y mecánicas óptimas ya que en algunas regiones de Guatemala presenta suelos los cuales no son aptos para construir sobre ellos es por eso que se recurre a la estabilización de suelos con algunos métodos, aunque estos generen un gasto adicional” (p.17).

En algunos casos, las construcciones de las bases y sub bases para carreteras están expuestas a un clima cálido extremo, lo cual con lleva que la humedad necesaria para obtener una densificación se evapore. El cloruro de sodio (NaCl) es un elemento que ayuda a aumentar el tiempo en el cual los suelos pierden humedad. Por ser higroscópico absorbe la humedad del ambiente y crea una capa blanquecina en la parte superior que funciona como una barrera para evitar que la humedad contenida se evapore rápidamente.

Al agregar cloruro de sodio al suelo, se incrementa la densidad seca máxima y se reduce la humedad óptima, se obtiene resultados favorables para los porcentajes de CBR, los cuales aumentan con porcentajes de NaCl no mayores al 2 % en condiciones críticas. Sin embargo, los mejores resultados se observan cuando se pierde la humedad y se incrementa el contenido de sal en el suelo, ya que se obtiene una cimentación firme con la mezcla suelo-cloruro de sodio. Los materiales analizados fueron arena limoso color beige (selecto) y arena caliza, en ambos materiales se

obtuvieron resultados positivos sin embargo el selecto reacciona mejor con el estabilizante.

La Rosa (2006) concluyo. “Aplicando el aditivo QUIM KD-40, el cual es un producto a base de cloruro de calcio y otros componentes más, permite estabilizar los suelos. El empleo de este producto otorga al terreno natural una mayor resistencia para ser utilizados como caminos de rodadura” (p.66).

Gutiérrez (2010) identifico. “La inestabilidad de los suelos como uno de los principales problemas que presenta las carreteras no pavimentadas; para corregir este problema se usan variadas técnicas de estabilización de suelos; una de estas fórmulas, es aquella que se realiza utilizando productos químicos no tóxicos que dotan a estos suelos (carreteras) un mejor comportamiento en servicio; para tal efecto existe en el mercado un variado grupo de empresas dedicadas a producción de productos químicos estabilizadores, los cuales a su vez buscan proporcionarlas bondades de sus respectivos productos y el menor costo en el que se incurriría si se optara por usar muchos productos” (p.7).

De la Cruz y Salcedo (2016) “usaron el aditivo Eco Road 2000 y determinaron si lo que dice en sus especificaciones técnicas son correctos frente a la estabilización de suelos con una dosificación de 1 litro por 15 m³ de suelo a estabilizar, de esa manera determinar el porcentaje de

aumento o disminución de la resistencia del suelo (C.B.R.), ya sea en condiciones óptimas y críticas, y por ultimo realizar una evaluación presupuestal. Así para los diversos estudios acudimos a Normas de la MTC que se base en las Normas Técnicas Peruanas y ASTM”.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Bases Teóricas

2.2.1.1 Caminos no pavimentados

Gutiérrez (2010), define que “Una carretera es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos terrestres. La carretera se distingue de un camino porque la primera está especialmente concebida para la circulación de vehículos de transporte. El diseño de una carretera y su respectiva superficie de rodadura responde a una necesidad justificada social y económica; es decir, ambos conceptos se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener la carretera que se proyecta a fin de que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio, la cual normalmente se encuentra en situación de limitaciones muy estrechas de recursos locales y nacionales” (p.20).

Gutiérrez (2010), define que “Las carreteras han sido desde siempre el principal medio de desplazamiento de viajeros, y la vía principal para la distribución de mercancías. Al conectar los pueblos y comunidades con las grandes ciudades, y al fortalecer la integración de los países, las carreteras han sido indispensables en el desarrollo de diversas actividades y regiones en todo el mundo. Actualmente, ante un mundo cada vez más integrado, que intercambia más bienes y servicios, la importancia de las carreteras se ha incrementado notablemente, convirtiéndose en verdaderas vías que impulsan la competitividad de la economía y, también, el desarrollo social” (p.20).

2.2.1.2 Sistema vial del Perú

De acuerdo al Manual de carreteras - diseño geométrico (2014), menciona que “El sistema vial del Perú está dividida en tres grandes grupos de carreteras, las cuales son: carreteras longitudinales, carreteras de penetración, llamadas así a las carreteras transversales y las carreteras de enlace, formado por las carreteras provinciales y las vías vecinales. A la vez su clasificación es de dos maneras: clasificación por demanda y clasificación por orografía. También se cuenta con criterios y controles básicos para el

diseño geométrico de la carretera y a la vez el diseño en planta, perfil y secciones transversales” (p.12).

Trocha Carrozable, Se ubica dentro del Capítulo I en clasificación de carreteras específicamente en la clasificación por demanda en el apéndice 101.06 y menciona lo siguiente; “Son vías transitables que no alcanzan las características geométricas de una carretera que por lo general tiene un IMDA menor de 200 veh/día. Sus calzadas deben de tener un ancho mínimo de 4 metros, en cuyos casos se construirán ensanches llamados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 metros. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar”.

2.2.1.3 Estabilidad de suelos

Según el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013), menciona que “La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidos como estabilización

suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una sub base granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como sub base o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto o con otros productos químicos)” (p.107).

La estabilización de suelos destinados a formar parte de caminos de transitabilidad vehicular, consiste en mejorar sus propiedades del mismo en cuanto refiere a su resistencia mecánica y propiedades en el transcurrir del tiempo. En la actualidad existen incontables técnicas para mejorar los suelos, sea cualquiera el mecanismo de estabilización, están regidas a un procedimiento y especificaciones técnicas adecuadas, seguido de un proceso de compactación.

Según El Manual De Estabilización De Suelos Con Cemento Y Cal (2012), nos indica “Por razones medio ambiental y económicas, en las obras de infraestructura del transporte (carreteras, ferrocarriles, puertos, aeropuertos) es recomendable hacer uso de la mayor cantidad posible de suelos presentes en la propia obra tanto en los rellenos de terraplenes como en su coronación y fondo de desmonte, donde las exigencias de calidad son superiores por estar

más cerca de las cargas de tráfico. Con frecuencia sin embargo, los suelos no tienen las características adecuados” (p.1).

Actualmente se dispone de diferentes productos para el tratamiento de los suelos, con objeto de dar trabajabilidad y facilitar el uso de aditivos, incluso permitir su puesta en obra, y de esa manera disminuir la sensibilidad del suelo frente al agua y aumentando en mayor o menor grado su resistencia a la deformación bajo cargas emitidas por los vehículos. Los más empleados son los siguientes conglomerantes: cemento, en general con adición, y calces aéreas. Ambos pueden usarse tanto en polvo como en forma de lechada. Se mezclan con el suelo, generalmente in-situ, se compactan energicamente y se curan. También pueden emplearse algunos ligantes bituminosos y ciertos productos químicos, pero su uso actual es mucho más reducido, entre otras razones por su coste.

2.2.1.4 Estabilización mecánica

Este tipo de estabilización es la más común y la más usada ya que es la que este tipo de estabilización es la que se viene realizando desde muchos años atrás.

Este tipo de estabilización consiste en mejorar el suelo a partir de material de cantera y de acuerdo al ensayo de granulometría, de esta manera se determina el gramo grueso como la grava – arena, estas tienen una alta fricción haciendo que el suelo soporte grandes esfuerzos, pero esta cualidad no hace que sea estable y con el paso de los vehículos los agregados tienden a separarse por las cargas emitidas haciendo que estas queden expuestas e incluso salirse del camino.

Las arcillas presentan en sus propiedades que son muy cohesivas, pero tienen poca fricción por tal motivo son muy inestables. La mezcla adecuada de ambos suelos da como resultado un suelo muy estable donde se aprovecha la cohesión y la gran fricción interna del otro para que de esa manera los agregados y/o partículas se mantengan unidas.

Para la utilización de materiales que ayuden a estabilizar un suelo la misión del ingeniero será realizar ensayos de suelos pegados alineamientos y normas ya establecidas para determinar las proporciones a usarse, para ello actualmente se cuenta con equipos sofisticados los cuales nos brindan datos reales y exactos limitando al ingeniero a indicar los parámetros de calidad requerido.

2.2.1.5 Estabilización química

Este tipo de estabilización en los últimos años se viene dando con mayor envergadura ya que en su empleo presentan mejoras significativas en los suelos tratados con aditivos químicos, obteniéndose resultados que satisfacen y cumplen las normas de calidad exigidas por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) como por las NTP (Normas Técnicas Peruanas).

A su vez en lo que respecta a la parte económica, el uso de estos aditivos amenora los gastos siendo de esta manera más económico el uso de aditivos químicos.

2.2.1.6 Estabilización in situ con cal

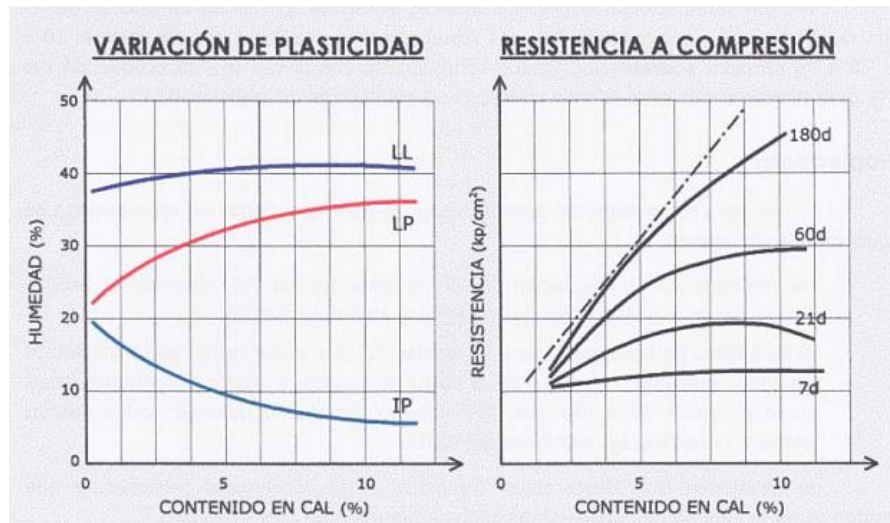
Desde tiempos remotos se conoce los beneficios de la cal en cuanto a aglomerar partículas, que debido a sus propiedades de adherencia con ayuda del agua le confiere un excelente aditivo a emplear en estabilizaciones de suelos.

Los siguiente procesos físico - químicos se obtiene en el suelo al agregar cal y agua:

- Rápida acción de floculación por el intercambio iónico del calcio de las arcillas presentes en el suelo, reportando cambios en su elasticidad.
- Mejora las propiedades resistentes.
- Uno de los efectos más importantes que ejerce la cal en suelos plásticos es la reducción de plasticidad ($IP > 15$) es el aumento de su límite plástico (LP).
- Aumento de la trabajabilidad.

La estabilización con cal se aplica generalmente en suelos arcillosos, con alto contenido de finos de plasticidad media o plasticidad alta. Se emplea también en suelos de elevada humedad natural, de esa manera modificando la curva de compactación, reduciendo la densidad seca máxima y aumentando la humedad óptima de computación.

Figura 1



Fuente: Luis Bañon Blazquez – Afirmados (pag. 22)

2.2.1.7 Estabilización con cemento (suelo cemento)

Esta técnica de estabilización, se puso en práctica en el año de 1917 para lograr evitar el fenómeno de *pumping* o bombeo de finos. Al aglomerar este tipo de partículas se conseguía que el agua no las disolviera en su seno, evitando de este modo el descalzamiento y posterior rotura de las losas de hormigón.

La proporción de cemento necesaria para obtener un material adecuado es muy variable, dependiendo mucho del tipo de suelo que se va a estabilizar, entre ellos los suelos más adecuados serían; los granulares con finos de plasticidad reducida (grupos A-1, A-2 Y A-3 de la clasificación AASHTO). En el resto de los suelos se plantean problemas

con las retracciones que origina el fraguado. La tabla que se muestra recoge dosificaciones recomendadas por la Portland Cement Association en función del tipo de suelo tratado.

Tabla 1

Proporción de cemento en estabilizaciones

TIPO DE SUELO	% EN PESO	PROPORCIONES A ENSAYAR (%)
A-1-a	3 a 5	3,5,7
A-1-b	5 a 8	4,6,8
A-2	5 a 9	5,7,9
A-3	7 a 11	7,9,11
A-4	7 a 12	8,10,12
A-5	8 a 13	8,10,12
A-6	9 a 15	10,12,14
A-7	10 a 16	11,13,15
Organicos	Inadecuados	-

Fuente: Portland Cement Association

2.2.1.8 Estabilización con productos bituminosos

En esta clase de estabilizaciones el aditivo no es más que un ligantes bituminoso, empleados alquitranes poco viscosos, emulsiones bituminosas de rotura lenta o betunes fluidificados de viscosidad media. La dosificación de ligantes bituminoso deberá ser capaz de conferir a la mezcla compactada suficiente cohesión y/o impermeabilidad, según sea el fina que se desea alcanzar.

Los suelos más adecuados para este tratamiento son los granulares con pocos finos (menos del 20%) y reducida plasticidad ($IP < 10$), como las arenas de granulometría uniforme.

En la actualidad por el elevado precio del petróleo, este tipo de estabilización se emplea en países en donde su obtención es en crudo, de esa manera su coste es más asequible estos pueden ser: Oriente Medio, Sudamérica Estados Unidos, Rusia entre otros países.

2.2.1.9 Estabilización con cloruros

En caminos rurales no pavimentados o firmes de bajo tráfico, puede emplearse cloruro cálcico ($CaCl_2$) o sódico ($NaCl$) para reducir la generación de polvo. Esto debido a las características higroscópicas de estos compuestos, ya que ayudan a mantener una humedad adecuada en el suelo.

Estos vienen en forma de aditivos y se pueden disolver en agua y esparcirla mediante riego, la dosificación de cloruro oscila entre 0.5 a 1 kg. Por m^2 de superficie a tratar.

2.2.1.10 Estabilización in-situ con QUIM KD – 40

El QUIM KD-40, elaborado por la empresa peruana QUIMPAC, tiene una concentración de 40% de cloruro de

calcio, debido a la tecnología de su proceso, la calidad del producto se ajusta perfectamente a las normas nacionales (NTP) e internacionales (ASTM), con la característica adicional que lo diferencia notablemente de productos similares, de tener un bajo índice de corrosión por su reducido contenido de cloruro de sodio.

QUIM KD - 40, es desarrollado industrialmente, a partir de la reacción química del carbonato de calcio (caliza) con el ácido clorhídrico ($\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) y luego a síntesis del CaCl_2 , este permite obtener un producto final que posee propiedades en aspecto, equilibrio y la calidad requeridos para cumplir eficazmente con las aplicaciones a las que está dirigido:

CaCl_2 + aditivos = CaCl_2 (KD 40) solución líquida

La cal hidratada es el estabilizador mas usado a travez de la historia, pero son en los últimos años que recién se han generado estudios relacionados a sus beneficios como estabilizador de suelos.

Al tener arcillas de propiedades plásticas se puede disminuir la mencionada plasticidad relacionados a la

variación de contenidos de humedad con solo agregar pequeñas cantidades de cal.

La cal es un estabilizador económico y ayuda a dar resistencia a los suelos, los porcentajes a usarse son: del 2% al 3% con respecto al suelo seco del material para estabilizar, al usar estos porcentajes se disminuye la plasticidad y se gana resistencia y se logra disminuir la plasticidad del suelo.

Para el uso de cal no se debe de exceder del 3% de su uso, ya que hará que aumente la plasticidad. Un suelo que será estabilizado con cal se someterá a los siguientes estudios: límites de Atterberg, granulometría, valor cementante, equivalente de arena, VRS, compresión.

Para la variación del porcentaje del uso de cal dependerá de las propiedades de la arcilla de cada suelo, este porcentaje se determina en el laboratorio con los ensayos pertinentes, pero en su mayoría se usa un porcentaje del 2%.

Ventajas de los Suelos Estabilizados, a continuación se mencionan las principales ventajas:

- Permiten el empleo de los suelos en campo, aumentando positivamente sus características hasta el grado de secado.
- Ayuda al suelo a tener una elevada resistencia de soporte en su calzada, de esa manera aumenta el horizonte de vida útil del afirmado.
- Brindan una estabilidad optima en la calzada, tanto por su insensibilidad al agua y a la helada, evitando de esta manera cambios volumétricos, ya sea por hinchamiento o retracción, del mismo modo su resistencia a la erosión.
- Disminuye las tracciones en las capas formadas de en la calzada, aumentando con ello su vida útil.
- El uso de cal permite que la transitabilidad pueda ser de inmediato a su aplicación.

Para la gradación de suelos ver la siguiente tabla.

Tabla 2

Gradación De Los Suelos Tratados Con Cloruro De Calcio

TAMIZ	Porcentaje que pasa
25.400 mm (1´´)	100
19.050 mm (3/4´´)	70-100
9.525 mm (3/8´´)	50-100
4.750 mm (N° 4)	40-55
2.000 mm (N°10)	35-70
0.425 mm (N° 40)	20-45
75 um (N° 200)	10 a 30

Fuente: Manual de Carreteras, EG-2013

2.2.1.11 Ensayos de laboratorio

a) Ensayo de análisis granulométrico

Este ensayo nos brinda y muestra la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo al tamaño propio de cada partícula, para lograr ello se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS. Estos resultados obtenidos generan una curva granulométrica entre el diámetro de las partículas versus el porcentaje acumulado que pasa o retiene el mismo. (ver anexo 1 y anexo 2)

b) Limite liquido (ASTM D-423) y limite plástico (ASTM D-424)

Según Geolumas SAC, explica que “se conoce como la plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N°200, porque es este material que actúa como ligante. Un material de acuerdo al contenido de humedad que tenga pasa por tres estados definidos, líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo y no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando el agua llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza

a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico. Al seguir quitando el agua llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartear al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semiseco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el límite líquido (ASTM D-4318), y el contenido de humedad es el que pasa del estado plástico al semiseco es el límite plástico (ASTM D-4318)” (2018).

c) Contenido de humedad natural

El contenido de humedad de una muestra de suelo nos indica la cantidad de agua que esta contiene, y para su mejor entendimiento es expresada en porcentaje a relación del peso de agua entre el peso del material seco. En valor obtenido es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas y climáticas que pueden ser variables. Lo recomendable es realizar el ensayo y inmediatamente trabajar con los resultados, así lograr obtener datos más exactos al momento de realizar los cálculos.

d) Ensayo de densidad de campo (ASTM D-1556)

El ensayo de densidad de campo se realiza para poder determinar el grado de compactación que tiene un suelo según su compactado realizado. Este ensayo es útil cuando se tiene suelos sin cohesión (gravas y

arenas), ya que estos tipos de suelos no permiten obtener muestras inalteradas, y por medio de la densidad in situ se puede reproducir el suelo natural en la densidad natural a partir de una muestra alterada.

e) Ensayo de proctor modificado (ASTM D-1557)

Este ensayo nos ayuda a determinar el óptimo contenido de humedad de un suelo, esto se logra obteniendo la máxima densidad seca del suelo determinando una compactación determinada.

f) California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883)

Mide la resistencia del esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas.

2.3 Bases legales

El marco legal el presente trabajo de investigación está conformado por los siguientes dispositivos legales:

- Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre y su Modificatoria
- Ley N° 28172 respecto a los artículos 15° y 23°.
- Ley N° 27791, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ley N° 27658, Ley Marco de la Modernización y de la Gestión del Estado.
- Ley N° 27783, Ley de Bases de la Descentralización y su Modificatoria Ley N° 27950.

- Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobierno Regionales y su Modificatoria Ley 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su Modificatoria Ley N° 28268 que modifica el artículo 17°.

Referencias normativas, en las siguientes contienen disposiciones que, a través de las referencias en el texto de la norma, constituyen requisitos de la misma.

- MTC E 107 Mecánica de suelos – Análisis granulométrico.
- MTC E 108 Mecánica de suelos – Humedad natural.
- MTC E 110 Mecánica de suelos – Limites de consistencia – Parte 1: determinación del límite líquido.
- MTC E 111 Mecánica de suelos – Limites de consistencia – Parte 2: determinación del límite plástico.
- MTC E 112 Determinación de los Factores de Contracción de los Suelos
- MTC E 219 Mecánica de suelos - Sales Solubles Totales.
- MTC E 115 Mecánica de suelos - Densidad - Humedad.
- MTC E 132 Mecánica de suelos - California Bearing Ratio (CBR).
- MTC E 1103 Mecánica de suelos - Compresión Simple.
- MTC E 117 Mecánica de suelos - Densidad de Campo. Mecánica de suelos - Deflectometría y Rugosidad. Sustancias peligrosas - Marcas para información de riesgos. Hoja de datos de seguridad de productos químicos - Contenido y disposición de los temas. Sustancias peligrosas - Transporte por carretera - Hoja de Datos de Seguridad.
- AASHTO T 294 Standard Method of Test for Resilient Modulus of Base / SubBase materials and Subgrade Soils - SHRP Protocol P46.

- ASTM D 422 Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.
- ASTM D 427 Standard Test Method for Shrinkage Factors of Soils by the Mercury Method.
- ASTM D 560 Standard Test Methods for Freezing and Thawing Compacted Soil-Cement Mixtures.
- ASTM D 1195 Standard Test Methods for Repetitive Static Plate Load Test of Soils and Flexible Pavement Components, for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements.
- ASTM D 1196 Standard Test Method for Non Repetitive Static Plate Load Test of Soils and Flexible Pavement Components, for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements.
 - ASTM D 2166 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soils.

2.4 Definición de términos básicos

- ✓ **Trocha Carrozable:** vía transitable que no alcanza las características geométricas de una carretera.
- ✓ **Subrasante:** El plano superior del movimiento de tierras y que se ajusta a requerimientos específicos de geometría y que ha sido conformada para resistir los efectos del medio ambiente y las solicitaciones que genera el tránsito. Sobre la sub rasante se construye el pavimento y las bermas.
- ✓ **Subbase:** capa constituida por un material de uso estructural, de espesor determinado de acuerdo a diseño, la cual se coloca sobre la subrasante.
- ✓ **Base:** capa constituida por un material de uso estructural, de espesor determinado de acuerdo a diseño, la cual se coloca sobre la subbase o sobre

el nivel de subrasante, según sea que se considere o no la incorporación de material de subbase.

- ✓ **Abrasión:** “Se denomina abrasión (del lat. *abradĕre*, "raer") a la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido. En geología, la abrasión marina es el desgaste causado a una roca por la acción mecánica del agua cargada por partículas procedentes de los derrubios. Es importante, sobre todo, en la formación de costas abruptas. Batidas por el mar, éstas retroceden y las piedras desprendidas del acantilado, arrastradas con movimientos de vaivén por las olas, tallan al pie del mismo una plataforma de abrasión que desciende con ligera pendiente hacia el mar”. Cortez y Fernández (2015).
- ✓ **Calicatas:** “Las calicatas o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora. Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo”. Gutiérrez (2010, p.131).
- ✓ **CBR:** El número CBR (o simplemente CBR), se obtiene de la relación de la carga unitaria (lbs. /pulg².) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón de penetración (19.4 cm²) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con

respecto a la carga unitaria patrón (lbs./pulg².) requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado.

- ✓ **Límites de Atterberg:** “Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. El nombre de estos es debido al científico sueco Albert Mauritz Atterberg. (1846-1916). Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg”. Valle (2010).
- ✓ **Polvo:** suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño procedentes de procesos físicos de disgregación.
- ✓ **Capacidad de soporte:** carga por unidad de superficie que no produce más que una deformación prevista para diferentes condiciones de carga.
- ✓ **Comportamiento ante cambios de humedad:** capacidad del suelo de soportar variaciones importantes en una o más de sus propiedades de desempeño, a consecuencia de fenómenos naturales (cambios estacionales) o artificiales (drenajes u otros).
- ✓ **Curado:** tiempo requerido para que el suelo tratado químicamente complete la reacción físico – química de tal forma que alcance sus propiedades de diseño.
- ✓ **Durabilidad a la abrasión:** capacidad del suelo, frente a la acción de agentes mecánicos o climáticos, de controlar el desprendimiento de las partículas que lo componen.

- ✓ **Estabilización de los suelos:** concepto general que considera el mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos y/o físico – químicos.
- ✓ **Estabilización mecánica:** mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo.
- ✓ **Estabilización química:** mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo, mediante la incorporación de un compuesto químico.

CAPITULO III

3. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

La aplicación del aditivo QUIM KD – 40 influye en la estabilización del suelo, mejorando las propiedades físico – mecánicas del suelo de la trocha carrozable del anexo de Nahuin, Palca – Tarma 2017.

3.1.2 Hipótesis específicos

- a) La influencia del aditivo QUIM KD – 40 frente al porcentaje de compactación, se obtiene que el suelo natural más aditivo tiene mayor porcentaje de compactación que el suelo natural, en la trocha carrozable de camino no pavimentado en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017.
- b) La influencia del aditivo QUIM KD – 40 en el mejoramiento de la resistencia (C.B.R.) del suelo natural más aditivo en la trocha carrozable de camino no pavimentado en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017, es superior a la resistencia de suelo natural.

3.2 Variables

3.2.1 Definición conceptual de variables

Variable (x): Aditivo QUIM KD – 40

Definición

“El cloruro de calcio **QUIM KD-40** es un producto industrial desarrollado por **QUIMPAC** a partir de la reacción química del carbonato de calcio (caliza) con el ácido clorhídrico. La síntesis del **QUIM KD-40** tiene como complemento la participación de aditivos que permiten darle al producto final el aspecto, equilibrio y la calidad requeridos para cumplir eficazmente con las aplicaciones a las que está dirigido”. **Quimpac S.A. Negocios Químicos, Cloruro de Calcio QUIM KD-40 (Consultado el 02 de Octubre de 2017, de <http://www.quimpac.com.pe/cloruro.html>).**

Variable (y): Estabilización de Suelos

Definición

“Es el procedimiento realizado para hacer más estable a un suelo, para lo cual por lo general se siguen dos procesos; el primero consiste en aumentar la densidad de un suelo compactándolo mecánicamente; y, el segundo proceso que consiste en mezclar a un material de granulometría gruesa. La estabilidad de los suelos en la ingeniería práctica, particularmente en las vías terrestres, ha sido una técnica ampliamente utilizada para mejorar el comportamiento del esfuerzo de deformación de los suelos”. **Gutiérrez C. (2010, p.35).**

3.3 Indicadores de las variables

Para la variable independiente: Aditivo QUIM KD – 40, los indicadores serán los ensayos de laboratorio de suelos como son; análisis granulométrico, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, proctor modificado, C.B.R. y densidad de campo.

Para la variable dependiente: Estabilización de suelos, los indicadores serán; normas, manuales y libros los cuales contengan información referente al tema de investigación.

3.4 Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTE
Aditivo QUIM KD - 40	Propiedades Físico Mecánicas	Análisis Granulométrico	Análisis De Laboratorio	Trocha carrozable
		Contenido de humedad	Análisis De Laboratorio	Trocha carrozable
		Limite liquido	Análisis De Laboratorio	Trocha carrozable
		Limite plástico	Análisis De Laboratorio	Trocha carrozable
		Índice de plasticidad	Análisis De Laboratorio	Trocha carrozable
		Compactación Proctor modificado	Análisis De Laboratorio	Trocha carrozable
		C.B.R.	Análisis De Laboratorio	Trocha carrozable
		Densidad de campo	Análisis De Laboratorio	Trocha carrozable
Estabilización De Suelos	Estabilización De Suelos	Manuales Y Normas	Libros, Revistas, Manuales entre otros textos.	MTC NTP

CAPITULO IV

4. METODOLOGIA

4.1 Método de la investigación

El método de la investigación será el método científico, con fines descriptivo - explicativo la cual busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. “Describe tendencias de un grupo o población, pretendiendo establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian. Dando lugar al Método Científico”. Hernández (2014).

4.2 Tipo de investigación

En la presente tesis realizada se realizó una investigación aplicada por lo siguiente; “busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar. Quedando de manera: Descriptivo – Aplicado”. Sierra (1995).

4.3 Nivel de investigación

El nivel de la investigación es explicativo, puesto que “se considera al fenómeno estudiado y sus componentes, medir y definir variables; a su vez, se determinará las causas del fenómeno y se generará un sentido de entendimiento”. Hernández, Fernández y Baptista (2010).

4.4 Diseño de investigación

El diseño de investigación por el que se guía esta tesis es experimental, “ya que se manipulara una variable independiente para observar sus cambios en las variables dependientes en una situación de control, es decir que los diseños experimentales se utilizan cuando el

investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula”. Hernández, Fernández y Baptista (2014).

“La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)”. Fidas G. Arias (2012).

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

Está constituido por los caminos no pavimentados del anexo de Nahuin que se encuentra dentro del Distrito de Palca.

4.5.2 Muestra

Dentro de la muestra se consideraron el muestreo no probabilístico intencionado que fue el tramo de trocha carrozable entre los anexos de Santa Rosa de Carpapata – Santa Rosa Nahuin (mediante calicatas).

4.6 Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos

Bernal (2010), afirma “Las técnicas de investigación dependen del método y el tipo de investigación”.

Hernández Sampieri et. Al. (2014), menciona que “Las técnicas e instrumentos de recolección es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” (p.199).

4.6.1 Técnicas

4.6.1.1 La observación

Valderrama (2007), cita “Teniendo en cuenta que la observación es una técnica de recopilación de datos semi primaria, la observación permite el logro de la información en la circunstancia en la que ocurren los hechos y no cuando estos ya pasaron”.

En mi investigación emplee la observación conductiva, porque manipule y se conduje los hechos observados, a la vez también use la observamos no conductiva ya que hice revisiones bibliográficas (libros), utilicé información de internet entre otros documentos que tuvieron relación con mi investigación.

4.6.2 Instrumentos

Grijalva (2013), afirma que “Los instrumentos de medición deben de ser: confiables, tener validez y objetividad. No debe tratarse de forma separada, sin alguna de las tres, el instrumento no es útil para llevar a cabo un estudio”.

Para mi trabajo de tesis se empleó los siguientes instrumentos:

- Estación total, trípode, prisma y porta prisma.
- Instrumentos de laboratorio de suelos de acuerdo a cada ensayo requerido se hace mención de algunos: juego de tamices, moldes, horno, espátula, martillo, cincel, entre otros instrumentos.

4.6.3 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.

Para poder tener confiabilidad de los instrumentos usados en el laboratorio de suelos se tomó en cuenta el estado en el que se encontraron los instrumentos de laboratorio de suelos, y con respecto a los equipos del laboratorio de suelos usados se pidió al encargado del laboratorio nos indique y muestre los respectivos certificados de calibración. Del mismo modo se preguntó si contaban con permiso del INACAL (Instituto Nacional de Calidad).

4.7 Técnicas y análisis de datos

4.7.1 Descripción de la zona

El Distrito de Palca se encuentra ubicado en la provincia de Tarma, departamento de Junín, en una extensión superficial de aproximadamente 91,972 Has es decir 919.72 Km², distribuidos en la Vertiente Oriental de la Cordillera en la región denominada Selva Central. La altitud promedio es de 2,500 m.s.n.m.

4.7.2 Ubicación política

El proyecto se encuentra ubicado políticamente en:

Localidad : Caserío de Santa Rosa de Carpapata –
Santa Rosa Nahuin

Anexo : Nahuin

Distrito : Palca

Provincia : Tarma

Departamento : Junín

Región : A. Avelino Cáceres D.

Figura 2

Mapa del Perú



Figura 3
Mapa de Junín



Figura 4
Mapa de Tarma



Figura 5

Mapa de ubicación del anexo de Nahuin



4.7.3 Ubicación geográfica

Geográficamente según las coordenadas UTM se sitúa en el punto 18L 0464280 y E 8777706, la altitud es de 2,500 m.s.n.m.

El Caserío de Santa Rosa de Nahuin se encuentra ubicado aproximadamente a 8.00 Km. Del Caserío de Santa Rosa de Carpapata y esta a su vez a 20.7 Km. del Distrito de Palca.

4.7.4 Aspecto Geográficos

4.7.4.1 Región natural

La zona donde se ejecutará el proyecto de la trocha Carrozable de Santa Rosa de Nahuin se encuentra ubicada

en la zona alta de nuestra sierra central en la falda del cerro Nahuin, la que comprende desde los 2500.00 m.s.n.m.

4.7.4.2 Topografía

El área de la zona geográfica está constituida por relieve variado de poco plano a pendientes que van del 10% al 30% de Este a Oeste. El relieve inclinado y accidentado es típico en las laderas de los valles.

4.7.4.3 Clima

El clima es bastante variado por épocas del año y por la zona de incidencia que se encuentra, entre los 2,500.00 y 3,000.00 m.s.n.m., presenta un clima bastante templado, frígido, seco y lluvioso en épocas de invierno, en las partes altas está permanentemente cubierta de nubes, con temperaturas que fluctúan entre 5°C - 18°C, presentando las variaciones estacionales típicas de la zonas en los meses de Diciembre a Abril, temporada que aumenta considerablemente el caudal de los ríos. En los meses de Mayo a Diciembre se producen fuerte insolaciones durante el día y heladas en las noches.

4.7.5 Aspecto Social

4.7.5.1 Población

Está constituido por pobladores de la localidad quienes son los conductores directos de la tierra, dedicándose a la principal actividad que es la agricultura y en menor escala la ganadería.

La composición poblacional es la siguiente:

Tabla 3

Comunidades Campesinas

LUGAR	N° DE FAMILIAS
Santa Rosa de Nahuin	65
Santa Rosa de Carpapata	35

4.7.5.2 Ocupación

En mayor porcentaje se dedican a trabajos agrícolas y en menor porcentaje a la ganadería, restando a la vez que la mano de obra es escasa.

La población económicamente activa (pea) es de 120 personas en toda la zona.

4.7.5.3 Migración

La migración hacia zonas como Tarma, Huancayo, Lima, entre otras ciudades. Se refleja cotidianamente, especialmente en el desplazamiento de los pobladores a la urbe para la realización de sus transacciones comerciales y por razones de estudios secundarios y superiores de los jóvenes que terminan su educación primaria en la localidad y también para la prestación de servicios de salud especializados.

4.7.5.4 Alimentación

La dieta alimentaría es bastante simple y poco variada girando alrededor de tubérculos, hortalizas y granadillas, en pocas ocasiones consumen alimentos proteicos de origen animal. Existe mucho apego a sus tradicionales hábitos suplementarios, aparte que por falta de medios no tienen oportunidad de recibir asesoramiento sobre nutrición.

4.7.5.5 Vivienda

En general las viviendas son de tipo rústico, están construidas a base de adobe y tapia y con cobertura de calamina, tejas, y paja, en menor escala de calamina. No se

encuentra construcciones de material noble por los elevados costos del flete de los materiales.

4.7.5.6 Turismo y Folklore

En la zona el turismo es la fortaleza y potencial que todavía no se explora ya que existe 01 cataratas, el folklore, como en todo este tipo de localidades, no es tan variado, continúan con sus costumbres de fiestas patronales, Santiago, carnavales.

4.7.5.7 Educación

Cuenta con una escuela donde se imparte la educación primaria en todos sus niveles, es decir desde el inicial y primaria. Para el nivel secundario los alumnos se trasladan hacia otra zona como Palca y Tarma.

4.7.5.8 Salud

Con respecto a la atención de la salud se resta mayor preferencia por el uso de la medicina popular o folklórica, motivada por circunstancias económicas o de índole cultural, pero principalmente por la poca presencia del sector salud en la zona, ocasionada por que sólo cuenta con un camino de herradura como única vía de comunicación.

Por las circunstancias de no contar con una adecuada infraestructura de salud, la población sufre de diferentes enfermedades, que no se producirían de tener o contar con atención oportuna.

4.7.6 Infraestructura de servicio, vías de comunicación

4.7.6.1 Ruta nacional

Une al Distrito de Palca con la provincia de Tarma y la Capital Lima, con una carretera afirmada, y desde Carpapata hasta el caserío de Santa Rosa con 5 Km. y desde Santa Rosa de Carpapata a Tarma y Lima que es la carretera central o Selva Central, es asfaltada en regulares condiciones de conservación.

4.7.6.2 Ruta vecinal

El proyecto desarrollado de la Trocha Carrozable de Santa Rosa de Carpapata a Santa Rosa Nahuin, contribuirá a incrementarse la ruta vecinal dentro del distrito.

4.7.6.3 Vías locales

No existe calles del tipo rural, las viviendas están ubicadas en el curso del camino de herradura.

El acceso a la comunidad de Santa Rosa de Carpapata desde Tarma se realiza por la ruta vecinal, carretera hacia la

Selva Central, hasta San Pedro, carretera asfaltada en una longitud de 60 Km., para luego tomar un desvío en Carpapata para finalmente llegar a Santa Rosa de Nahuin, con una longitud de 6+080 Km.

4.7.7 Beneficios de la estabilización del suelo

4.7.7.1 Beneficios económicos

Con la ejecución del proyecto que se basa en la estabilización de la trocha Carrozable se va a tener un incremento al volumen de producción y utilidad neta por las siguientes razones:

Actualmente el sistema de explotación de la tierra es empírico (tradicional), con la obra se tendrá una explotación tecnificada, sustentando en el traslado de mayor cantidad y calidad de insumos que redundarán en mayores ingresos a la comunidad.

Teniendo en cuenta todos estos actores se concluye que al volumen de producción en la explotación en la producción agrícola se incrementará de 30 a 50% para continuar este crecimiento en forma sostenida puesto que el dato de la PEA indicado anteriormente, demuestra que es muy poca la población trabajadora, además que la

comunidad materia del proyecto vial están considerados dentro del mapa vial de la pobreza como **EXTREMA POBREZA**.

Rentabilidad Económica; Con la ejecución de la obra se experimentarán grandes efectos, puesto que al cambio el sistema empírico a la explotación sistemática generará un incremento de mano de obra por cultivo y por hectáreas.

Del mismo modo la PEA (población efectiva anual), local se verá aumentado tanto en actividades directamente relacionadas con la agricultura y la producción local de algunos bienes, incrementándose también el comercio.

4.7.8 Procedimiento para la estabilización de suelo

Con el propósito de identificar y evaluar las propiedades del suelo de la sub rasante que existente en la trocha carrozable, se realizó trabajos previos como: exploración de campo, levantamiento topográfico, excavación de la calicata y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. En total se excavaron 01 pozo “a cielo abierto”, el que se denominó:

C1, TROCHA CARROZABLE

4.7.8.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con un equipo de estación total de marca TOPCON, modelo OS – 105. De

esta manera se determinó la longitud de la trocha carrozable la forma su ubicación. Se procedió de la siguiente manera:

- Equipo topográfico usados: estación total, trípode, prisma, GPS, wincha y flexómetro.
- Primero, se estaciono el equipo y se anotó las coordenadas geográficas obtenidas en el GPS, a la vez se introdujeron los datos requeridos en la estación para dar inicio al levantamiento topográfico.
- Segundo, se procedió a realizar el levantamiento topográfico con ayuda del prisma, teniendo en cuenta las secciones más críticas y así se culminó el levantamiento topográfico.
- Tercero, se procedió a realizar el trabajo de gabinete que consistió en el dibujo del plano topográfico. (Ver anexo 3)

4.7.8.2 Ubicación de calicata y toma de muestras de suelo.

Teniendo el plano topográfico de la trocha carrozable se determinó la ubicación de la calicata, la cual tubo las siguientes características, primeramente se determinó la progresiva en la cual se realizó la excavación para la calicata

establecida, para ello se conocía ya la ubicación y profundidad de la calicata (profundidad de calicata 1.50 m). esta será ubicada al lado derecho de la trocha carrozable.

En cada variación estratigráfica encontrada en campo se realizaron ensayos cumpliendo normativas dadas en el reglamento DG-2014. De esta manera los ensayos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos y mecánicos. Las muestras se analizaron en el laboratorio de suelos de la empresa **GEOLUMAS S.A.C.**, bajo la supervisión del ingeniero especialista en suelos y pavimentos, y de técnicos de laboratorio. A continuación, se presenta el siguiente cuadro de ensayos realizados, describiendo el propósito de cada uno.

Tabla 4

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE LA MUESTRA	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis granulométrico por tamizado	clasificación	T 88	D 422	2.50 kg	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo
Contenido de humedad	clasificación	T 89	D 2216	2.50 kg	Para determinar el contenido de humedad existente en el terreno
Limite liquido	clasificación	T 90	D 4318	2.50 kg	Hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico
Limite plástico	clasificación	T 90	D 4318	2.50 kg	Hallar el contenido de agua entre los estados plástico y semisólido
Índice plástico	clasificación	T 90	D 4318	2.50 kg	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico
Compactación Proctor modificado	Diseño de espesores	T 180	D 1557	45.0 kg	Determinar la capacidad de soporte del terreno
CBR	Diseño de espesores	T 193	D 1883	45.0 kg	Determinar la capacidad de carga, permite referir el módulo resiliente

4.7.8.3 Ensayos de laboratorio

4.7.8.3.1 Ensayo de análisis granulométrico

Referencia; norma ASTM D 422, MTC E 107 – 2000

EQUIPOS

- Cuarteador.
- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad para el material retenido en la malla N° 4.
- Balanza de 0.01 gr. de sensibilidad para el material que pasa la malla N° 4.
- Juego de tamices de malla cuadrada de: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200.
- Horno de temperatura constante de 110 °C.
- Bandejas
- Cepillo y brochas, para el limpiado de las mallas de los tamices.

Procedimiento

- Tomar aproximadamente 6 kg de la muestra.

- Cuartear la muestra hasta que se deduzca a la cantidad deducida por la tabla.

Tabla 5

Diámetro nominal de partículas.

DIAMETRO NOMINAL DE LAS PARTICULAS MAS GRANDES mm (pulg)	PESO MINIMO APROXIMADO DE LA PORCION
9.5 (3/8´´)	500
19.6 (3/4´´)	1000
25.7 (1´´)	2000
37.5 (1 1/2´´)	3000
50.0 (2´´)	4000
75.0 (3´´)	5000

Manual de ensayos de materiales (EM 2000) - MTC

- Secar la muestra representativa en el horno a una temperatura de 110 °C por periodo de 12 a 24 horas.
- Dejar que la muestra se enfríe a temperatura ambiente y pesar la cantidad requerida para el ensayo.
- Descomponer la muestra (terrones) del material con el martillo de goma o un pizon de madera para evitar el rompimiento de los granos.

- Luego todo el material pasa por el juego de tamices, haciendo movimientos horizontales y circulares, esto dependerá de la cantidad de finos de la muestra (ver anexo 4, fotografía 1)
- Se procede a anotar los pesos retenidos en cada tamiz. Obteniéndose el siguiente resultado (ver anexo 5).

4.7.8.3.2 Limite líquido,

Referencia NTP 339.129

EQUIPOS

- Capsula de evaporación
- Espátula
- Copa casa grande
- Acanalador
- Calibrador
- Taras
- Estufas

Procedimiento

- Se toma la muestra de suelo que pasa por la malla N° 40.
- Se deposita en una tara se le agrega agua y se le mezcla muy bien.
- Se coloca una porción de suelo mezclándolo bien con la espátula.
- Se procede a realizar el N° de golpes con la manivela hasta que la parte inferior de las dos porciones del suelo separadas por el acanalador se unan, luego se toma el contenido de humedad y se anota el N° de golpes realizados. (ver anexo 4, fotografía 2)
- Se toma la muestra y se vuelve a agregar agua, seguidamente se procede a realizar los pasos anteriores. (cuatro veces)
- Luego se determina cual es la humedad para 25 golpes y ese valor es el límite líquido (LL).

Los cálculos a realizarse son:

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco en el horno}} \times 100$$

4.7.8.3.3 Limite plástico e índice de plasticidad

Referencia NTP 339.129

Equipos

- Espátula
- Capsula para evaporación
- Balanza
- Horno
- Tamiz
- Vidrios de reloj
- Agua destilada

Procedimiento

- Se toma aprox. 20 gr de muestra q paso el tamiz N° 40, se amasa con el agua destilada, se forma una esfera y se toma unos 6 gr como muestra del ensayo.

- Seguidamente se forma esferas con la muestra y estas al ser aplastada con los dedos no debe de apegarse. En caso se va secando se añade agua.
- Luego en los vidrios formamos unos pequeños cilindros.
- Si dicho cilindro llega a 3.2 mm y no se ha desmoronado se realiza lo mismo hasta lograr que se desmorone.
- Luego se junta las muestras hasta reunir un aproximado de 5 gr y se determina la humedad.

Los cálculos a realizarse son:

$$\textit{Contenido de humedad} = \frac{\textit{Peso del agua}}{\textit{Peso del suelo secado en el horno}} \times 100$$

Para determinar el índice de plasticidad se aplica la siguiente ecuación matemática:

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Obteniéndose los siguientes resultados (ver anexo 6)

4.7.8.3.4 Compactación Proctor Modificado

Referencia, normas ASTM D-1557, MTC E 115

E_c = energía de compactación = 56.00 lb ft/ft³ o 27 kg/cm³

W = peso del martillo = 10 lb o 4.54 kg.

H = altura de caída del martillo = 18 pulgadas

N = número de golpes por capas = depende del molde

n = número de capas = 5

V = volumen del molde cm³ = depende el método de prueba

Equipos

- Molde de 6 pulgadas.
- Pisón o martillo.
- Probeta graduada de 500 cm³.
- Balanza con una aproximación de 1 gramo.

- Horno.
- Una regla metálica.
- Tamices de 3/4, 3/8 y N° 4.
- Herramientas de mezcla (bandejas, taras, cucharas, espátula, entre otros).

Procedimiento

- Secar el material si este estuviera húmedo, puede ser al aire libre o al horno.
- Desintegrar los la muestra de suelo del material fina con ayuda del rodillo en una superficie plana.
- Tamizar a través de las mallas $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$, y N° 4 para determinar el método de prueba (aprox. 2 o 2 $\frac{1}{2}$ kg de muestra de suelo).
- Preparar 4 o 5 muestras de 5 kg cada una.
- Agregar agua en un 2%, 4%, 6% y 8% por peso de la muestra, por ejemplo $0.02 \times 3 = 0.06$ kg

(60 ml) así respectivamente para cada una de las muestras.

- Colocar la primera capa en el molde y aplicar 56 golpes con el pisón (ver anexo 4, fotografía 3)
- Los golpes deben ser aplicados en toda el área, girando el pisón adecuadamente, cada golpe debe ser aplicado en caída libre, soltar el pisón en el tope, hasta completar las 3 capas.
- La última capa debe quedarse en el collarín de tal forma que luego pueda enrasarse el molde con una regla metálica quitando previamente el collarín.
- Retirar la base y registrar el peso del suelo más molde (ver anexo 4, fotografía 4)
- Luego de pesado, extraer el suelo y tomar una muestra para el contenido de humedad, como mínimo 500 gr. Para material granular tomar la parte central del molde.

- Llevar las muestras al horno para determinar el contenido de humedad. (ver anexo 4, fotografía 5)
- Repetir el procedimiento para un mínimo de 4 puntos.
- Compactados a diferentes contenidos de humedad, dos de los cuales quedan en el lado seco de la curva y los otros dos en el lado húmedo. Obteniendo el siguiente resultado (ver anexo 7).

4.7.8.3.5 Densidad del suelo “in situ”

Referencia, norma ASTM D 1556, MTC E 117

Método del cono de arena.

Equipos

- Frasco con cono de arena.
- Placa de base metálica con círculo hueco.
- Balanza con precisión de 1.0 gr y 0.1 gr.

- Cincel de acero liso de 5/8" de diámetro y una altura de 25 cm de longitud aproximadamente.
- Martillo, cuchara, brocha de 4".
- Horno con temperatura de 110 °C
- Tamiz $\frac{3}{4}$.

Procedimiento

- Se limpió el terreno con la brocha donde se colocó la placa base, este no se movió hasta que termino el ensayo.
- Colocar el frasco y cono sobre la placa de la base (el hueco de la placa de la base debe de coincidir con el cono). Verificar que la válvula de pase este cerrado.
- Abrir la válvula de pase y hacer caer la arena hacia el cono inferior y el hoyo del suelo. Cuando la arena deje de verter cierre la válvula.
- La arena que quedo (sobrante) en el cono superior deposítela en la bolsa que contenía los 2.0 kg de arena.

- Seguidamente excavar el suelo con ayuda del mazo y el cincel hasta una profundidad de 10 a 15 cm. (ver anexo 4, fotografía 6)
- Llenar el suelo extraído en el recipiente volumétrico y asegurando la tapa de inmediato para evitar perder la humedad natural del suelo.
- Coloque el cono sobre la placa de la base, abra la válvula y deje que pase la arena hacia la parte inferior del cono, hasta llenar el hoyo realizado. (ver anexo 4, fotografía 7).
- Cuando la arena ya haya terminado de llenar el hoyo y deje de tener movimiento cerrar la válvula y retire la arena sobrante de la parte superior.
- Determinamos el peso del suelo excavado con ayuda de la balanza de 1.0 de precisión y así obtenemos el peso del suelo húmedo, este es anotado.
- De la muestra obtenida se toma una cantidad apropiada, para colocarla en un horno durante 24 horas y así determinar el peso húmedo.

- Finalmente se pesó las arenas sobrantes.

Obteniéndose los resultados de terreno natural (ver anexo 8), y terreno natural más aditivo (ver anexo 9).

4.7.8.3.6 California Bearing Ratio – CBR

Referencia ASTM D – 1883

Equipos

- Molde metálico cilíndrico de compactación de 15.24 cm de diámetro interior y 17.78 cm de altura interior. Debe tener un collarín de extensión metálica de 5.08 cm de altura y una placa base metálica de 9.5 mm de espesor, con perforaciones de diámetro igual o menor a los 1.5 mm.
- Martillo de compactación proctor estándar modificado.
- Máquina CBR equipada con pistón de penetración (diámetro de 4.953 cm, con sección transversal de 19.4 cm²) y capaz de penetrar a

una velocidad de 1.27 mm/min y con anillo de carga de 50 KN. (ver anexo 4, fotografía 8)

- Papel filtro circular.
- Horno
- Herramientas u accesorios, recipientes llenos de agua y tamices de $\frac{3}{4}$, y N° 4.

Procedimiento

- Preparar aproximadamente 4.5 kg de suelo de grano fino menor que el tamiz N° 4 de material con partículas menores de 19 mm ($\frac{3}{4}$ "). Esta muestra debe de estar seca y los terrones se deben de disgregar evitando reducir el tamaño natural de las partículas.
- Pesar el molde sin su base.
- Compactar el suelo de acuerdo con la norma ASTM D 698 o D 1557.
- quitar el collarín y enrasar la muestra suavemente hasta nivelarla, llenar con suelos finos los pequeños huecos que se hayan podido

formar en la operación anterior de nivelación de la muestra.

- Retirar la base, pesar el molde con el suelo compactado y determinar el peso unitario total del suelo. Nota este procedimiento es para determinar el CBR al 100% de compactación. Si se deseara realizar a distintos porcentajes de compactación se utilizarán números de golpes de 56, 25 y 10 para cada muestra.
- La muestra es colocada en en la maquina del ensayo proyectado, colocándose en ella pesas de una sobrecarga igual a la que supuestamente ejercerá el material de base y pavimento del camino proyectado.
- Se coloca el pisón de penetración hasta que haga contacto con la muestra.
- Luego se aplica una carga inicial de 4.5 kg, después de aplicada la carga inicial se ajustan el deformimetro de carga y el deformimetro de penetración a cero.

- Finalmente se retira el total de la muestra de suelo del molde.

4.7.9 Aplicación del aditivo QUIM KD – 40

4.7.9.1 Dosificación del aditivo QUIM KD – 40

Antes de realizar la aplicación del aditivo, se desarrollaron los ensayos de laboratorio de suelo para saber las propiedades físico – mecánicas del suelo de la trocha carrozable, de esa manera pudimos determinar una proporción adecuada del aditivo a utilizarse y vimos que cumplió con los requerimientos y especificaciones técnicas dados por MTM DG – 2013. Las especificaciones técnicas fueron las siguientes:

- Las gradaciones de los suelos deben de cumplir la siguiente tabla

Tabla 6

GRADACION DE LOS SUELOS TRATADOS CON CLORURO DE CALCIO	
TAMIZ	Porcentaje que pasa
25.400 mm (1´´)	100
19.050 mm (3/4´´)	70-100
9.525 mm (3/8´´)	50-100
4.750 mm (N° 4)	40-55
2.000 mm (N°10)	35-70
0.425 mm (N° 40)	20-45
75 um (N° 200)	10 a 30

Fuente: MTC Manual de Carreteras DG 2013

- El índice de plasticidad no debe de ser mayor al 15%

Habiendo cumplido ambas especificaciones técnicas dadas por el MTC, se trabajó con la proporción de 2% de aditivo del peso de suelo seco, en la siguiente tabla se indica la dosificación por m3.

Tabla 7

Dosificación del aditivo y el agua.

CALCULO POR M3	
CANTIDAD DE AGUA	CANTIDAD DE ADITIVO
3.28 Kg	8.22 Kg

4.7.9.1 Proceso constructivo

Equipos necesarios

- Motoniveladora 140 – 160 HP, provista con escarificadores.
- Rodillo liso vibratorio autopropulsado 7 – 9 Ton.
- Camión cisterna 122 HP, 2000 GAL.
- Camión regador del aditivo, con sistema de control neumático que permite una dosificación precisa y rápida.

Procedimiento de aplicación

- Humedecimiento con agua.

Figura 6



Fuente: QUIMPAC S.A.

- Escarificado

Figura 7



Fuente: QUIMPAC S.A.

- Aplicación del cloruro de calcio (QUIM KD – 40)

Figura 8



Fuente: QUIMPAC S.A.

- Mezclado de suelo

Figura 9



Fuente: QUIMPAC S.A.

- Nivelado del tramo

Figura 10



Fuente: QUIMPAC S.A.

- Tramo nivelado

Figura 11



Fuente: QUIMPAC S.A.

4.7.9.1 Trabajo Post aplicación del aditivo QUIM KD – 40

Esta fue la última etapa de la investigación, para ello se realizaron los últimos ensayos de laboratorio de suelos, con la intención y finalidad de ver los resultados obtenidos y como es que el aditivo QUIM KD – 40 influyo sobre las propiedades físico – mecánicas del suelo de la trocha carrozable. Los ensayos de laboratorio de suelos fueron:

- Ensayo de Proctor modificado (ver anexo 10)
- Densidad de campo (ver anexo 9)
- Ensayo de C.B.R. (ver anexo 11)

CAPITULO V

5. RESULTADOS

5.1 Ensayos de laboratorio

5.1.1 Análisis granulométrico por tamizado

Terreno natural.

Tabla 8

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACION
	PROG.	TR	M	SUCS
1	C-1 TROCHA CARROZABLE	C-1	M-1	GC

5.1.2 Limite Liquido (ASTM D-423) y Limite Plástico (ASTM D-424)

Terreno natural.

Tabla 9

LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACION	CLASIFICACION
	PROG.	TR	M	L.LIQUIDO	I. PLASTICO
1	C-1, TROCHA CARROZABLE	C-1	M-1	16.06	6.47

5.1.3 Clasificación de los suelos por el método SUCS y por el método AASHTO.

Terreno natural.

Tabla 10

CLASIFICACION DE SUELO SUCS Y AASHTO

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACION	
	PROG.	TR	M	SUCS	AASHTO
1	C-1, TROCHA CARROZABLE	C-1	M-1	GC	A-2-4(0)

5.1.4 Ensayo de densidad de Campo (ASTM D-1556)

5.1.4.1 Ensayo de densidad de Campo (ASTM D-1556) Terreno Natural

Tabla 11

DENSIDAD DE CAMPO TERRENO NATURAL

ITEM	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD DE PRUEBA	MUESTRA	PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN
	PROG.	En cm	D	%
1	0+100	13	D-1	93.3

5.1.4.2 Ensayo de densidad de Campo (ASTM D-1556) Terreno Natural más Aditivo

Tabla 12

DENSIDAD DE CAMPO TERRENO NATURAL + ADITIVO

ITEM	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD DE PRUEBA	MUESTRA	PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN
	PROG.	En cm	D	%
1	0+200	13	D-1	101.3

5.1.5 Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557)

5.1.5.1 Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557) Terreno Natural

Tabla 13

PROCTOR MODIFICADO TERRENO NATURAL

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	PROCTOR	
				MAXIMA DENSIDAD SECA	OPTIMO DE HUMEDAD
1	C-1, TROCHA CARROZABLE	C-1	M-1	2.110	12.82 %

5.1.5.2 Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557) Terreno Natural más Aditivo

Tabla 14

PROCTOR MODIFICADO TERRENO NATURAL + ADITIVO

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	PROCTOR	
	PROG.	TR	M	MAXIMA DENSIDAD SECA	OPTIMO DE HUMEDAD
1	C-1, TROCHA CARROZABLE	C-1	M-1	2.310	8.10 %

5.1.6 California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883)

5.1.6.1 California Bearing Ratio - CBR (ASTM D-1883) Terreno Natural

Tabla 15

CBR TERRENO NATURAL

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	CBR a 0.1''	
	PROG.	TR	M	100%	95%
1	C-1, TROCHA CARROZABLE	C-1	M-1	59.85	58.10

5.1.6.2 California Bearing Ratio - CBR (ASTM D-1883) Terreno Natural más aditivo

Tabla 16

CBR TERRENO NATURAL + ADITIVO

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	CBR a 0.1''	
				100%	95%
	PROG.	TR	M		
1	C-1, TROCHA CARROZABLE	C-1	M-1	92.50	82.00

CAPITULO VI

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Discusión de resultados

Esta investigación tuvo como propósito determinar la influencia del aditivo QUIM KD – 40, frente a la estabilidad del suelo de la trocha carrozable del camino no pavimentado del anexo de Nahuin. Además, se realizaron diversos ensayos de laboratorio de suelos para poder realizar cuadros comparativos entre suelo natural frente a suelo natural más aditivo (QUIM KD – 40). Seguidamente, se presenta la discusión de los principales resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

De los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir que con la aplicación del aditivo QUIM KD – 40 en el suelo de la trocha carrozable del camino no pavimentado del anexo de Nahuin, mejora considerablemente las propiedades físico – mecánicas del suelo, logrando de esta manera que el suelo estabilizado haya obtenido mejoras en condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal.

En los últimos años, para la estabilización de suelos se vienen manejando diversos aditivos químicos, los cuales hacen que los suelos tratados con estos químicos, presenten cambios favorables en su estabilización y del mismo modo mejoran las propiedades físico – mecánicas del suelo tratado. Además, este tipo de estabilización de suelos mediante aditivos químicos son más económicos y tienen una mejor trabajabilidad. Por lo tanto, es evidente que el uso de aditivos químicos está entrando con fuerza al mercado y del mismo modo en el uso para la estabilización de suelos.

Beltrán y Copado (2011), mencionan en su investigación “Que existen varios métodos para estabilizar un suelo arcilloso. Y ellos optaron por usar la estabilización química con cal ya que al mezclarlo con arcilla se obtiene mejorías en sus propiedades como demostraron en su investigación. Para ello concluyeron que deben de añadir 2.5% de cal en peso al suelo en su estado natural, ya que logra aumentar su valor de CBR de 2.20% a 22%, reduce el índice de plasticidad 21% a 6%, con lo que se puede confirmar que el material con suelo-cal a 2.5% es factible para la realización de una sub rasante”.

Ccora y Montenegro (2011), dentro de su trabajo de investigación “Realizaron tres tipos de estabilización de suelos como fueron: suelo-cemento portland, suelo emulsión asfáltica y suelo-cal hidratada. El tipo de suelo que procedieron a estabilizar estaba conformado por material suelto 53%, roca suelta en un 32% y roca fija en un 15%. Obteniendo mejoras frente a los resultados de CBR para los contenidos óptimos de cada estabilizante al 95% de la máxima densidad seca son: 122% para suelo-cemento portland (5%), 172,5% suelo-cal (5%) y 46-67% suelo- emulsión asfáltica. De los cuales se puede ver que se obtiene mejores resultados en cuanto al CBR de las mezclas suelo-cemento portland y suelo-cal”.

Gutiérrez (2010), dentro de su trabajo de investigación realizo “Las ventajas comparativas entre el cloruro de magnesio y el cloruro de sodio”, del cual obtuvo que:

Cloruro de magnesio. - es muy útil en climas secos del Perú, para poder obtener una mejor estabilización de suelos se necesita altas cantidades de dicho material, su costo por m² en la estabilización del suelo es de S/. 12.27 N.S.

Cloruro de calcio. – por su misma composición química este producto se puede emplear en cualquier parte del Perú y para cualquier tipo de clima, para realizar la estabilización de suelos no se necesita cantidades grandes, su costo por m² es de S/. 5.80 N.S.

Visto las propiedades y beneficios favorables de este estabilizante se puede considerar como primera alternativa para la estabilización y habilitación de caminos (trochas carrozables), ya que son económicas y cumplen con las normas establecidas y se pueden usar en diferentes zonas de nuestro Perú.

La Rosa (2006), menciona en su trabajo de investigación “Que la aplicación del aditivo Quim KD-40, mejora las propiedades de resistencia y cohesión dentro de los tres suelos evaluados”, esto se sustentan en los ensayos de laboratorio y de campo los cuales presentaron lo siguiente:

- Suelo de grava mal graduada con limo y arena, con la utilización del 2% del aditivo Quim KD-40 frente al peso de suelo seco, en cuanto al ensayo de CBR aumento su resistencia en un 27%.
- Suelo de arena limosa, con la utilización de 1% del aditivo Quim KD-40 frente al peso de suelo seco, en cuanto al ensayo de CBR aumento su resistencia en un 54%.
- Suelo de arena limosa con grava, con la utilización del 2% del aditivo Quim KD-40 frente al peso del suelo seco, en cuanto al ensayo de CBR aumento en un 20%.

A la vez con la aplicación del aditivo Quim KD-40, se obtienen mayores grados de compactación que aquel sin aditivo, a pesar que los suelos investigados no cumplen con las especificaciones técnicas que

recomienda el producto, se logra considerables incrementos en cuanto a sus propiedades.

Revisado los antecedentes ya mencionados de acuerdo a la estabilización de suelos mediante aditivos químicos, en mi presente investigación obtuve los siguientes resultados, de los ensayos de laboratorio realizados se concluyó que el suelo natural más aditivo presenta mejores propiedades físico – mecánicas que el suelo natural. Por ejemplo, en cuanto a la resistencia de esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad se obtiene que el suelo natural más aditivo presenta mayor resistencia presentando un CBR del 82%, mientras que el suelo natural presenta un CBR del 58.10%. Así mismo, se constató con el ensayo de Densidad de Campo que el suelo natural más aditivo presenta un mejor porcentaje de compactación que es de 101.3 % frente al terreno natural que es de 93.3 %, logrando de este modo que dicho suelo quede a nivel de base y/o afirmado.

De los datos obtenidos, se puede concluir que con la aplicación del aditivo QUIM KD – 40, se mejoró las propiedades físico – mecánicas del suelo de la trocha carrozable del camino no pavimentado del anexo de Nahuin, constatando de esta manera que dicho aditivo si mejora la calidad del suelo en cuanto a sus propiedades físico – mecánicas. De esta manera este estudio corrobora resultados anteriormente expuestos en otras investigaciones realizadas sobre la estabilización de suelos mediante el uso de aditivos.

Según el MTC E 1109 – 2004 Norma Técnica de Estabilizadores Químicos indica, “la estabilización química es una tecnología que se basa en la aplicación de un producto químico, genéricamente denominado

estabilizador químico, el cual se debe de mezclar íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto. La aplicación de un estabilizador químico tiene como objetivo principal transferir al suelo tratado, en un espesor definido, ciertas propiedades tendientes a mejorar sus propiedades de comportamiento ya sea en la etapa de construcción y/o de servicio”. (2014).

Es necesario que se continúe investigando sobre la estabilización de suelos mediante el uso de aditivos químicos para que de esa manera se pueda llegar a obtener un cuadro con datos comprobados y estudiados sobre el uso de un aditivo frente a un tipo de suelo encontrado, y así de esta manera poder normalizar y crear parámetros básicos que ayuden a dar soluciones óptimas y económicas en lo que refiere a estabilización de suelos.

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación del aditivo QUIM KD – 40 en el suelo natural, se logró mejorar las propiedades físico – mecánicas en el suelo de la trocha carrozable del anexo de Nahuin – Palca – Tarma, teniendo como resultado un suelo más estable.
2. Que con el porcentaje promedio utilizado que es el 2 % de cloruro de calcio por peso del suelo seco a estabilizar, se obtuvieron resultados favorables en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas del suelo.
3. Del resultado del ensayo de CBR, se pudo determinar que el suelo natural más aditivo (QUIM KD – 40), obtuvo un mayor porcentaje en cuanto refiere a la resistencia del suelo natural, dejando el suelo a un nivel de sub rasante excelente. Mencionado esto por el Manual de Carreteras.
4. Del resultado del ensayo de Densidad de Campo, se pudo determinar que el suelo natural más aditivo (QUIM KD – 40), llega a obtener un mejor compactado siendo este de 101.3 %, quedando de esta manera a nivel de sub base o base según sea el tipo de pavimento a emplearse. Según lo normalizado por el MTC.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, antes de definir el aditivo a utilizarse se realice los estudios de suelo como son; análisis granulométrico, límite de consistencia y perfil estratigráfico.
2. De acuerdo a su composición química y especificaciones técnicas del aditivo QUIM KD -40, se recomienda utilizar el aditivo en suelos que presenten mayor porcentaje de arcilla y en los cuales se desean controlar el polvo.
3. Se recomienda usar el aditivo QUIM KD – 40 para dejar suelos de vías de comunicación a nivel de afirmado.
4. Se recomienda que, en la utilización del aditivo QUIM KD – 40, se varié el porcentaje de este a utilizarse y realizar comparaciones sobre los datos obtenidos.
5. Tener en cuenta que al optar por el aditivo QUIM KD – 40, para la estabilización de suelos, se está optando por un producto 100% peruano.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Merchán & García (2005), I. (201 Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Caminos no Pavimentados de bajo Volumen de Transito.
2. La Rosa (2006), Aplicación Del Aditivo QUIM KD – 40 Para Estabilizar Suelos En Caminos No Pavimentados.
4. Valle (2010), Estabilización De Los Suelos Arcillosos Plásticos Con Mineralizadores En Ambiente Sulfatados O Yesíferos.
5. IECA (2004), Manual De Estabilización De Suelos Con Cemento O Cal.
6. EG (2013), Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción.
7. De la Cruz (2017), Estabilización De Suelos Cohesivos Por Medio De Aditivos (Eco Road 2000) Para Pavimentación En Palian – Huancayo – Junín.
8. Norma Técnica Peruana (1999), Método de ensayos para determinar limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos. NTP 339.129.
9. Norma Técnica Peruana (1999), Método para clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS). NTP 339.134.

10. Norma Técnica Peruana (2014), Métodos de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 Kn – m/m³, 56000 pie – lbf/pie³). NTP 339.141.
11. Norma Técnica Peruana (2014), Método de ensayo CBR (Relación de Soporte de California, California Bering Ratio) de suelos compactados en laboratorio. NTP 339.145.
12. Beltrán y Copado (2011), Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrogante de pavimentos en la colonia San Juan Capistrano de Ciudad de obregón, Son.
13. Ccora y Montenegro (2011), Estudio Comparativo del mejoramiento de la base aplicando estabilizadores: emulsión asfáltica, cal y cemento – carretera Cañete – Chupaca: tramo Km 152+000 – 158+000.
14. Gutiérrez (2010), Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (Bischofita) frente al cloruro de calcio.

ANEXO 1
Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

APLICACIÓN DEL ADITIVOS QUIM KD – 40 EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS EN EL ANEXO DE NAHUIN, PALCA - TARMA – JUNÍN, 2017

PLANTEAMIENTO	PROBLEMA	OBJETIVO	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Hoy en día la construcción de carreteras es de vital importancia para la comunicación entre los pueblos, para que de esta manera mejoren su calidad de vida mediante su desarrollo socio – económico. En el Perú en sus zonas un poco alejadas y en lo que se conoce como anexos, las vías de comunicación son en su mayoría trochas carrozables siendo estas las que mayormente se construyen y llegando a realizarse hasta el afirmado de carretera. Por lo general el ingeniero debe de enfrentarse a diferentes tipos de suelos, y en la mayoría de los casos encontrarse con suelos en el cual las propiedades y/o características no cumplen con lo requerido para realizar un buen afirmado, dando origen a la estabilización de suelos. La estabilización de suelos es un proceso que consiste en mejorar las propiedades químicas o físicas de los suelos, para que de esta manera los suelos sean más óptimos en cuanto a la resistencia al esfuerzo cortante y otras cualidades. Para la estabilización de suelos mediante aditivos químicos tiene que ser controla y deben de cumplirse el lineamiento establecido por este. En el Perú los estabilizadores de suelos más usados son la cal y el cemento, dando lugar a los profesionales involucrados a utilizar otros productos que sean beneficiosos para la estabilización de suelos.</p>	<p>P. GENERAL:</p> <p>¿De qué manera influye la aplicación del aditivo QUIM KD – 40 en la estabilización de suelos para en caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca, Tarma - Junín 2017?</p> <p>P. ESPECIFICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuánto sería la influencia del aditivo Quim KD-40 frente al porcentaje de compactación para en caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, ¿Palca, Tarma - Junín 2017? ¿Cuánto sería la influencia del aditivo QUIM KD – 40 en el mejoramiento de la resistencia (C.B.R.) para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca, Tarma - Junín 2017? 	<p>O. GENERAL:</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación del Aditivo Quim Kd – 40 en la estabilización del suelo, frente a sus propiedades físico – mecánicas, para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017.</p> <p>O. ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la influencia del aditivo QUIM KD - 40 frente al porcentaje de compactación para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017. Determinar la influencia del aditivo QUIM KD - 40 en el mejoramiento de la resistencia (C.B.R.) para caminos no pavimentados en el anexo de Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017. 	<p>J. SOCIAL</p> <p>De acuerdo a lo considerado por Arias (2006) la justificación práctica corresponde si la investigación resolverá un problema o por lo menos, propone estrategias que ayudarán a resolverlo; entonces según lo descrito se establece que, la investigación contribuirá a resolver un problema real que es la estabilización de suelos mediante el uso del aditivo QUIM KD – 40 para mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo, generando de esta manera mejores caminos no pavimentados.</p> <p>J. METODOLOGICA</p> <p>Esta investigación determinara cómo influye la aplicación del aditivo QUIM KD – 40 con respecto a la estabilización de suelos generando conocimientos, tal es el estudio físico mecánicos del suelo, esto fundamentado en lo descrito por Bernal (2006).</p>	<p>H.GENERAL:</p> <p>La aplicación del aditivo QUIM KD – 40 influye en la estabilización del suelo, mejorando las propiedades físico – mecánicas del suelo de la trocha carrozable del anexo de Nahuin, Palca – Tarma 2017.</p> <p>H. ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> La influencia del aditivo QUIM KD – 40 frente al porcentaje de compactación, se obtiene que el suelo natural más aditivo tiene mayor porcentaje de compactación que el suelo natural, en la trocha Carrozable de Camino No Pavimentado en el Anexo De Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017. La influencia del aditivo QUIM KD – 40 en el mejoramiento de la resistencia (C.B.R.) del suelo natural más aditivo en la trocha carrozable de camino no pavimentado en el anexo De Nahuin, Palca – Tarma – Junín, 2017, es superior a la resistencia de suelo natural. 	<p>a). Variable (x):</p> <p>Aditivo QUIM KD-40</p> <p>Dimensiones</p> <p>A. Propiedad es físico - mecánicas</p> <p>b). Variable (y):</p> <p>Estabilización de suelos.</p> <p>Dimensiones</p> <p>A. Estabilización de suelos.</p>	<p>TIPO:</p> <p>Aplicada</p> <p>NIVEL:</p> <p>Explicativo</p> <p>METODO:</p> <p>Método científico</p> <p>DESEÑO:</p> <p>Experimental</p> <p>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>El enfoque de la investigación será cuantitativo</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Población:</p> <p>Caminos no pavimentados del anexo de Nahuin.</p> <p>Muestra:</p> <p>Trocha carrozable entre los anexos de Santa Rosa de Carpapata - Santa Rosa de Nahuin.</p>

ANEXO 2

Clasificación de los suelos – método AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...		...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

ANEXO 3

Clasificación de los suelos – método SUCS

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S."

DIVISIONES PRINCIPALES	Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4.76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	<p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:</p> <p><5% -> GW, GP, SV, SP. >12% -> GM, GC, SM, SC.</p> <p>5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.</p> <p>$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3</p> <p>No cumplen con las especificaciones de granulometría para Gw.</p> <p>Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Enolma de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.</p> <p>Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. Enolma de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.</p> <p>$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3</p> <p>Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para Sv.</p> <p>Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan</p>	
		GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.			
		GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.			
	con finos (apreciable cantidad de finos)	GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.			
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4.76 mm)	SW Arenas limpias (pocos o sin finos)		SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
	con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.			
		SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.			
		SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:		<p>Ábaco de Casagrande</p>
	ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limos o arcillas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.		
OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	OH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
Limos y arcillas:					
MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				

ANEXO 4

PLANO EN PLANTA DE LA TROCHA CARROZABLE DEL ANEXO DE NAHUIN

PROYECTO
SANTA ROSA DE CARPAPATA
SANTA ROSA DE NAHUIJ

OX 51403
BANDA C.C. B. P.V.E.

PROYECTO
SANTA ROSA DE CARPAPATA
SANTA ROSA DE NAHUIJ

OX 51403
BANDA C.C. B. P.V.E.

CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE
SANTA ROSA DE CARPAPATA - SANTA ROSA DE NAHUIJ
COMUNIDAD DE PALCA

PLANTA GENERAL

PROYECTO	FECHA	PROYECTISTA
ESTUDIO	FECHA	PROYECTISTA
DISEÑO	FECHA	PROYECTISTA
CONSTRUCCION	FECHA	PROYECTISTA
OTRO	FECHA	PROYECTISTA

PG-1

ANEXO 5
PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 1



Pasando el material por el juego de tamices.

Fotografía 2



Equipo copa casa grande

Fotografía 3



Muestra del suelo, aplicación de golpes con el pisón.

Fotografía 4



Pesado de molde más material compactado.

Fotografía 5



Metido del material al horno.

Fotografía 6



Toma de muestras – Densidad de campo.

Fotografía 7



Llenado de muestra – Densidad de campo.

Fotografía 8



Equipo para el ensayo de CBR.

ANEXO 6
ANALISIS GRANULOMETRICO



SOLICITANTE : MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ

PROYECTO : "APLICACIÓN DEL ADITIVO QUIM KD-40, PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS EN LA TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN - PALLCA - TARMA"

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN

FECHA : 07 DE DICIEMBRE DEL 2017

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, TROCHA CARROZABLE
Muestra : M-1
PROG : C-1, TROCHA CARROZABLE
Prof. (m) : 1.50 mts

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

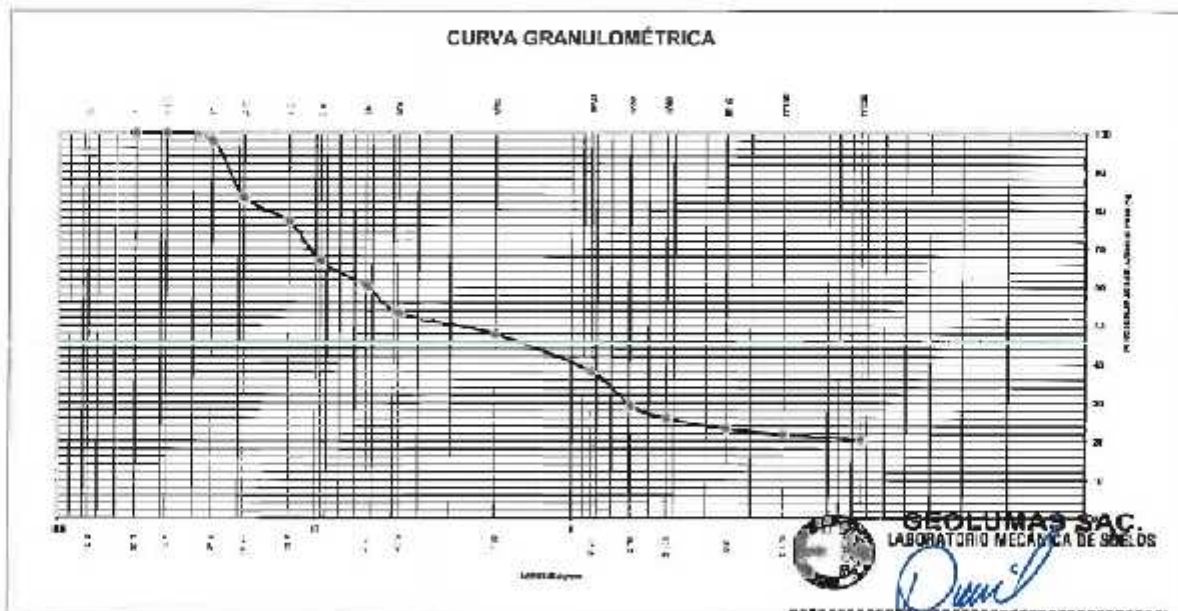
Tamiz	Abertura (mm)	Parcial (%)	(% Acumulado)	
			Rata	Pasa
3"	76.200	-	-	-
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	2.1	2.1	97.9
3/4"	19.050	14.7	16.8	83.2
1/2"	12.700	6.2	23.0	77.0
3/8"	9.525	10.5	33.5	66.5
1/4"	6.350	6.3	39.8	60.2
Nº4	4.750	7.1	46.8	53.2
Nº10	2.000	5.5	52.3	47.7
Nº20	0.840	9.7	62.0	38.0
Nº30	0.590	8.9	70.9	29.1
Nº40	0.425	3.2	74.1	25.9
Nº60	0.250	2.6	76.7	23.3
Nº100	0.149	1.5	78.3	21.7
Nº200	0.075	1.4	79.7	20.3
- Nº200		20.3		

% grava	: 46.8
% arena	: 32.9
% finos	: 20.3

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 16.06
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 9.60
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 6.47

Clasificación SUGS ASTM D-2487 : GC
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-2-4(0)
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 7.8%

CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Edwin Peña Dueñas

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEODINÁMICA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

**"APLICACIÓN DEL ADITIVO QUIM KD-40, PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN
GAMINOS NO PAVIMENTADOS EN LA TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN -
PALLCA - TARMA"**

PROYECTO:

TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN

UBICACIÓN:

FECHA : 07 DE DICIEMBRE DEL 2017

SOLICITANTE: MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1.80 mts

MUESTRA:

M-1

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

N.P

CALICATA :

C-1, TROCHA CARROZABLE

PROGRESIVA:

C-1, TROCHA CARROZABLE

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material; granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bloques / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA															
				0.075	0.150	0.300	0.600	1.180	2.000	4.750									
				<	mm	mm	mm	mm	mm	mm									
			AASHTO																
0.05																			
0.10																			
0.20																			
0.40																			
0.50																			
0.60																			
0.70																			
0.80																			
0.90																			
1.00																			
1.10																			
1.20																			
1.30																			
1.40																			
1.50																			
NO DETERMINADO																			

OBSERVACIONES



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Edwin Peña Dueñas

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO - CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ANEXO 7
LIMITES DE CONSISTENCIA



SOLICITANTE : MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ

PROYECTO : "APLICACIÓN DEL ADITIVO QUIM KD-40, PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS EN LA TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN - PALLCA - TARMA"

UBICACIÓN : TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN

FECHA : 07 DE DICIEMBRE DEL 2017

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, TROCHA CARROZABLE
Muestra : M-1
PROG : 1.50 mts
Prof. (m) : C-1, TROCHA CARROZABLE

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	2	11	14	18	24	35
N° de golpes			34	26	20	17
Tara + suelo húmedo (gr)	42.7	42.7	25.1	25.7	29.2	26.8
Tara + suelo seco (gr)	40.8	40.8	23.7	23.2	25.7	22.0
Peso del agua (gr)	1.9	1.9	1.4	2.5	3.5	3.8
Peso de tara (gr)	21.0	21.0	7.5	7.0	7.1	8.0
Peso suelo seco (gr)	19.8	18.8	16.2	15.6	18.5	14.0
Contenido de humedad(%)	6.60	5.60	6.64	16.03	19.02	27.14

L Líquido 16.06
L Plástico 9.60
I Plástico 6.47



NOTA

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Edwin Peña Dueñas

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSOR TECNICO CP 149416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

ANEXO 8

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, terreno natural.



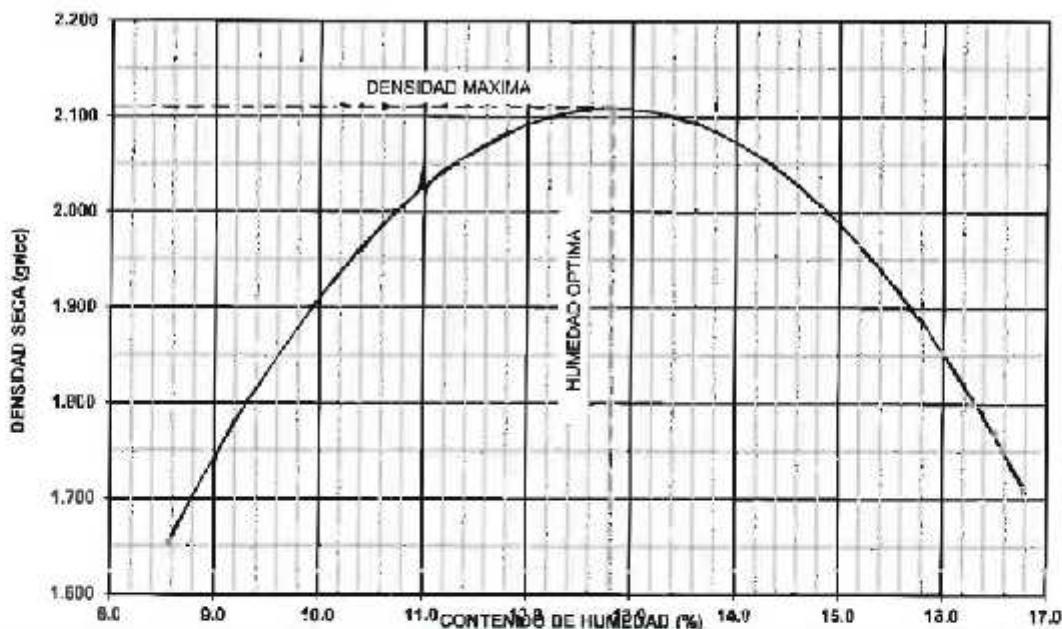
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"APLICACION DEL ADITIVO QUIIMKD-40, PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS"	FECHA :	30/1/2018
UBICACION :	TERRENO NATURAL	HECHO POR :	EPD
PROGRESIVA :	TERRENO NATURAL	CANTERA :	
SOLICITADO POR :	MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ	CALICATA :	C-1
LADO :	DERECHO	MUESTRA :	M-1
		PROF :	1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO								
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2137	PESO DEL MOLDE (gr):	5852	MOLDE Nro.	1			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3					
PESO SUELO + MOLDE	9888	10320	10260	10210				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	3926	4460	4408	4359				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.795	2.091	2.063	2.039				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE Nro.	5	2	6	13	11	9	1	24
PESO SUELO HUMEDO + TARA	148.64	148.53	142.14	160.34	124.07	128.12	132.84	130.18
PESO SUELOS SECO + TARA	137.24	137.44	126.14	142.03	111.06	114.93	116.24	113.08
PESO DE LA TARA	31.22	31.15	27.25	27.51	30.14	30.64	30.42	30.97
PESO DE AGUA	9.40	9.09	16.00	18.31	13.41	13.79	16.60	16.21
PESO DE SUELO SECO	105.62	110.19	98.63	111.89	80.82	83.91	85.87	113.99
CONTENIDO DE AGUA	8.87	8.25	16.22	16.36	16.56	16.43	19.33	14.22
% PROMEDIO DE AGUA	8.56		16.29		16.51		18.78	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.653		1.799		1.769		1.709	
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.110 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		12.82 %			

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES : _____

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ABRESC TECNICO CIP 145418
 ESP. CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

ANEXO 9

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO, terreno natural.



ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)

"APLICACIÓN DEL ADITIVO QUIM KD-40, PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS"

OBRA :

SOLICITANTE :

FECHA EMISIÓN:

EFFECTUADO POR:

FECHA ENSAYO:

MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ

05 DE ENERO DEL 2018

E.P.D.

05 DE ENERO DEL 2018

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)

HOYO N°	PROCEDENCIA	BASE - CENTRO	D-1
	CARRIL DE LA PISTA CONTROLADA	TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHLIN	
	PROGRESIVA (KM)	PROG. 0+100 - TERRENO NATURAL	
	PROFUNDIDAD DE HOYO DE PRUEBA (cm)	13	
VOLUMEN DEL HOYO			
A	PESO DE LA ARENA + CRASCO	gr	7400
B	PESO DE LA ARENA + MÁXIMO CRASCO	gr	1984
C	PESO DE LA ARENA EMPACADA (A-B)	gr	5496
D	PESO DE LA ARENA EN EL CONO Y LA PLACA	gr	1750
E	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (C-D)	gr	3556
F	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cc	1.33
G	VOLUMEN DE HOYO (E/F)	cc	2778
DENSIDAD HUMEDA			
H	PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO + RECIPLENTE	gr	4067
I	PESO DEL RECIPLENTE	gr	600
J	PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO (H-I)	gr	6052
K	PESO DE LA PIEDRA > DE 3/4"	gr	1254
L	PESO DEL MATERIAL < DE 3/4" (J-K)	gr	4758
M	VOLUMEN DE LA PIEDRA > DE 3/4"	cc	488
N	VOLUMEN DEL MATERIAL < DE 3/4" (O-M)	cc	2311
O	DENSIDAD HUMEDA IN SITU (J/N)	gr/cc	2.078
CONTENIDO DE HUMEDAD			
U	SPEEDY	%	5.50
PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN			
V	DENSIDAD SECA IN SITU	gr/cc	1.97
W	M.D.S. DE PROCTOR MODIFICADO	gr/cc	2.110
X	FORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	93.3
Y	O.C.P. DE PROCTOR MODIFICADO	%	12.92
Z	PESO ESPECÍFICO DE GRAVA	gr/cc	2.841



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas

PROFESOR TÉCNICO - CP 144111
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLUMAS

ANEXO 10

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO, terreno natural más aditivo QUIM KD – 40



ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)

"APLICACIÓN DEL ADITIVO QUIM KD-40, PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS"

OBRA :

SOLICITANTE :

FECHA EMISIÓN:

EFFECTUADO POR:

FECHA ENSAYO:

MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ

05 DE ENERO DEL 2018

E.P.D.

05 DE ENERO DEL 2018

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)

HOYO N°	PROFUNDIDAD	CANTIDAD	PROFUNDIDAD DE HOYO DE PRUEBA (cm)	VOLUMEN DEL HOYO	PROFUNDIDAD DE HOYO DE PRUEBA (cm)	CANTIDAD	PROFUNDIDAD DE HOYO DE PRUEBA (cm)	VOLUMEN DEL HOYO
		D-1						
		CANAL - CENTRO						
		TROCHA CARRIZABLE, ANEXO DE M-HUN						
		PROG. 0+200 - CON ADITIVO QUIM KD-40						
			13					
A	PESO DE LA ARENA (FRASCO)	gr	7354					
B	PESO DE LA ARENA REMANENTE (FRASCO)	gr	3030					
C	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (A-B)	gr	4324					
D	PESO DE LA ARENA EN EL CONO Y LA PLACA	gr	1750					
E	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (C-D)	gr	2574					
F	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cc	1.33					
G	VOLUMEN DE HOYO (EF)	cc	1935					
DENSIDAD HUMEDA								
H	PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO Y REGIMIENTE	gr	4742					
I	PESO DEL REGIMIENTE	gr	500					
J	PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO (H-I)	gr	4242					
K	PESO DE LA PIEDRA > DE 3/4"	gr	548					
L	PESO DEL MATERIAL < DE 3/4" (J-K)	gr	4694					
M	VOLUMEN DE LA PIEDRA > DE 3/4"	cc	204					
N	VOLUMEN DEL MATERIAL < DE 3/4" (G-M)	cc	1731					
O	DENSIDAD HUMEDA IN SITU (LN)	gr/cc	2.420					
CONTENIDO DE HUMEDAD								
P	SPEEDY	%	3.40					
PORCENTAJE DE COMPACTACION								
Q	DENSIDAD SECA IN SITU	gr/cc	2.34					
R	M.D.S. DE PROCTOR MODIFICADO	gr/cc	2.310					
S	PORCENTAJE DE COMPACTACION	%	101.3					
T	O.C.H. DE PROCTOR MODIFICADO	%	8.10					
U	PESO ESPECÍFICO DE GRAVA	gr/cc	2.681					

ANEXO 11

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, terreno natural más aditivo.



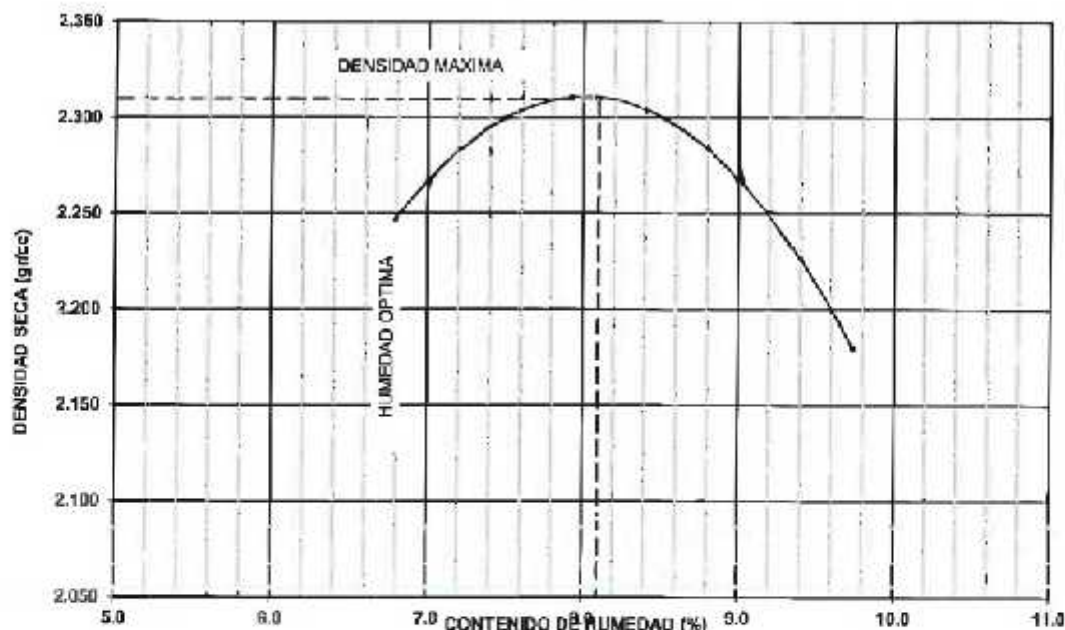
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"APLICACIÓN DEL ADITIVO QUIM KD-40, PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS EN LA TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN - PALLCA - TARMA"	FECHA :	07-12-2017
		HECHO POR	EPD
UBICACIÓN :	TERRENO MEJORADO CON ADITIVO QUIM KD-40	CANTERA :	
PROGRESIVA	TERRENO MEJORADO CON ADITIVO QUIM KD-40	CALCATA :	C-1
SOLICITADO POR :	MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ	MUESTRA :	M-1
LADO	DERECHO	PROF. :	1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2180	PESO DEL MOLDE (gr):	5090	MOLDE Nro.	1	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3			
PESO SUELO + MOLDE	10301	10501	10390			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	5211	5411	5209			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.390	2.482	2.435			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	10	4	8	11	16	17
PESO SUELO HUMEDO + TARA	165.80	165.80	192.57	163.52	184.50	196.52
PESO SUELOS SECO + TARA	167.50	178.80	172.25	171.60	187.98	173.10
PESO DE LA TARA	34.00	31.20	31.60	30.44	30.25	27.00
PESO DE AGUA	9.10	11.00	10.42	11.52	16.52	13.42
PESO DE SUELO SECC	152.50	147.00	140.66	141.35	140.99	173.10
CONTENIDO DE AGUA	5.97	7.48	7.41	8.43	11.72	7.75
% PROMEDIO DE AGUA	6.73		7.92		9.74	
PESO VOLUMETRICO SECO	2.240		2.311		2.179	
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.310 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		8.10 %	

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES : _____



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ABONADO TECNICO - SIP 48418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA

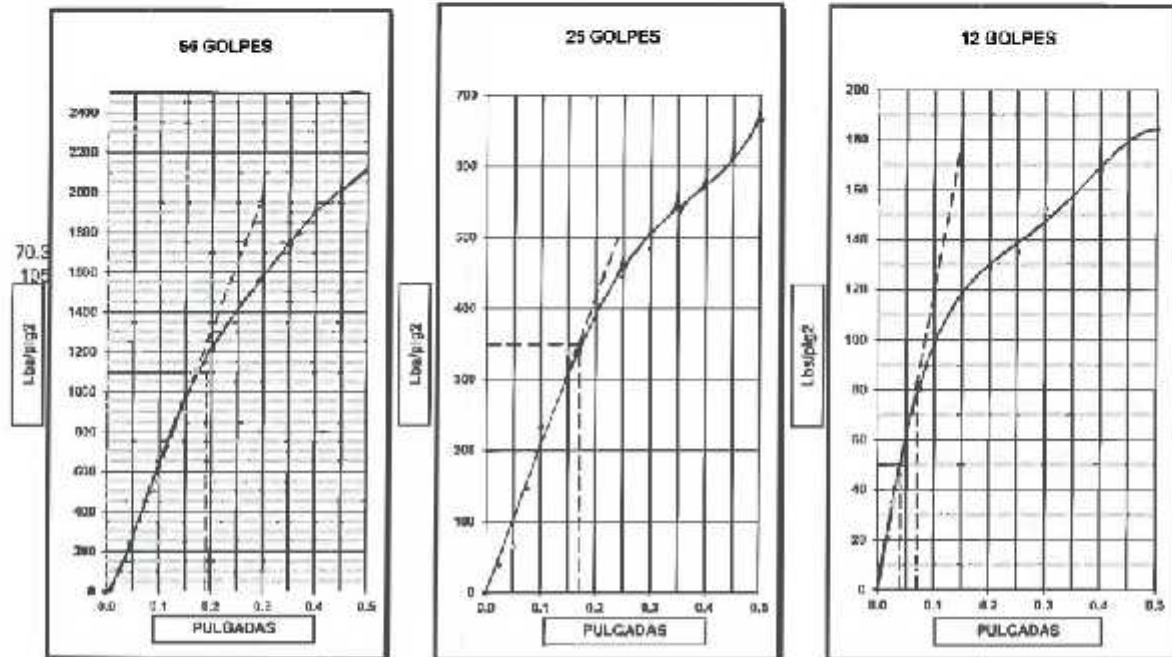
ANEXO 12

ENSAYO DE CBR, terreno natural.



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	APLICACION DEL ADITIVO QUIM KD-40, PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS EN LA TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN - PALLCA - TARMA	FECHA :	7/12/2017
SOLICITADO :	MARCO ANTONIO ROSALES MUÑOZ	EFFECTUADO :	EPD
UBICACION :	TERRENO NATURAL	CALIGATA :	C-1
PROGRESIVA :	TERRENO NATURAL	MUESTRA :	M-1
LADO :	DERECHO	PROFUND. :	1.50 mts.

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR	
CBR AL 100%	0.1" = 69.86 %
CBR AL 95%	0.1" = 58.10 %
CBR AL 100%	0.2" = 73.16 %
CBR AL 95%	0.2" = 71.00 %

LEYENDA	
-----	= 0.2" pulg.
-----	= 0.1" pulg.
-----	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.11 gr/cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 2.00 gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 12.9 %


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dneñas
 AGENTE TECNICO CIP 145418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEODINAMICA

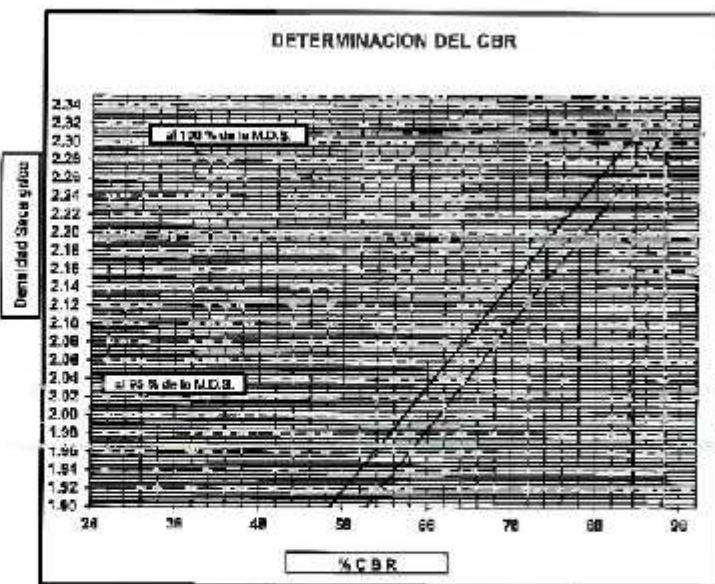
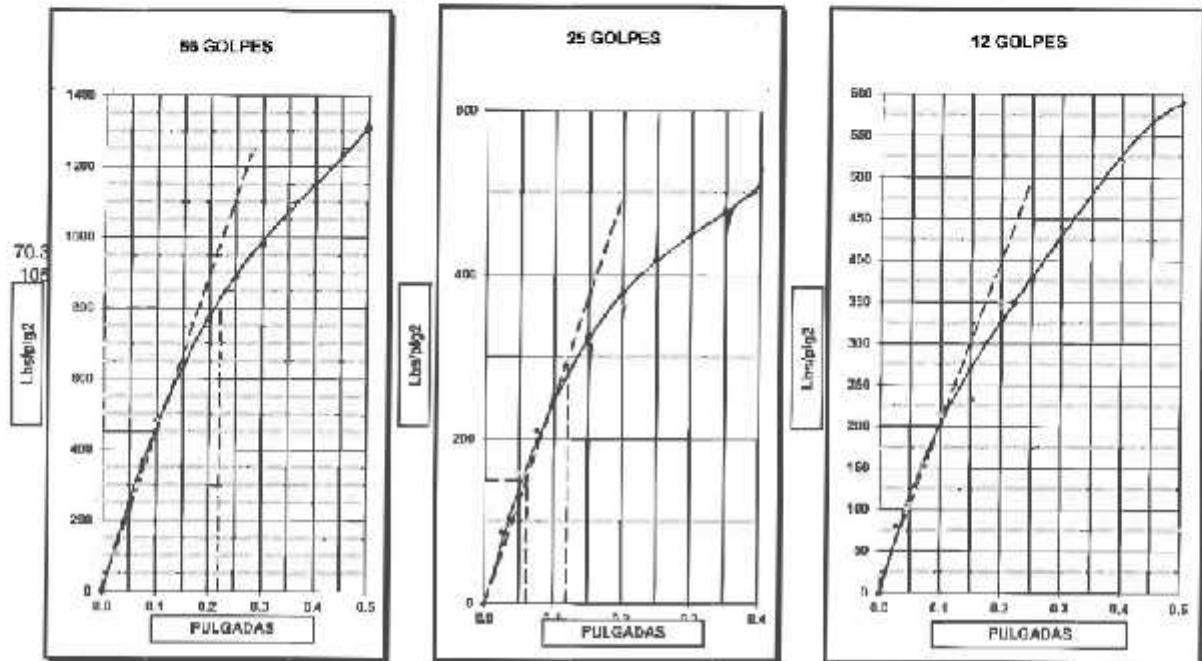
ANEXO 13

ENSAYO DE CBR, terreno natural más aditivo.



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	"APLICACION DEL ADITIVO QUIM KD-40, PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS EN LA TROCHA CARROZABLE, ANEXO DE NAHUIN - PALLCA - TARMA"	FECHA:	07-12-2017
SOLICITADO:	MARCO ANTONIO ROSALES MUNOZ	EFFECTUADO:	EPD
UBICACION:	TERRENO MEJORADO CON ADITIVO QUIM KD-40	CALICATA:	C-1
PROGRESIVA:	TERRENO MEJORADO CON ADITIVO QUIM KD-40	MUESTRA:	M-1
LADO:	DERECHO	PROFUND.:	1.50 mts

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 100.00 %
CBR AL 95%	0.1"	= 92.00 %
CBR AL 100%	0.2"	= 98.30 %
CBR AL 95%	0.2"	= 86.00 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
—————	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.310 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 2.195 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 8.10 %



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO CIP 148418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLÓGIA