



FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE
ACEITE RECICLADO EN CARRETERA, CIRCUITO CRUZ DE PAZ
PALIAN - EL TAMBO – HUANCAYO 2017”**

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

AUTOR:

TUSCANO PEREZ, MARY

ASESOR:

DR. ABEL ALBERTO MUÑIZ PAUCARMAYTA

HUANCAYO – PERÚ

DEDICATORIA

A mí, hermano Silvio Tuscano Pérez que está en el cielo siempre acompañándome.

A mi hija Killary Paloma Calderón Tuscano, que se constituye en mi fortaleza para seguir mejorando día a día, deseo dejarles un ejemplo a seguir.

A mis padres Magno Tuscano Huamani y Paulina Perez Landeo, por el amor y apoyo incondicional que me han brindado, por haber formado de mí, una mujer de bien para la sociedad. A mis hermanos, por siempre estar conmigo, espero retribuir y dedicarles este título por todo el esfuerzo realizado.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por regalarme la vida, proteger a mi familia y regalarme el privilegio de compartir con mis maestros, compañeros y amigos de la universidad.

A la Universidad A Las Peruanas filial Huancayo alma mater en la formación, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A los ingenieros y licenciados de la facultad de Ingeniería Civil, por la enseñanza y amistad compartida.

*Y un agradeciendo de forma especial al Dr. Ing. Abel Alberto Muñoz Paucarmayta
Por su disponibilidad para el asesoramiento y supervisión de la tesis.*

Por ultimo quiero agradecer a todas aquellas personas que de una forma u otra forma han alentado hacia la realización de esta investigación.

RESUMEN

En esta investigación titulada: “estabilización de subrasante mediante el uso de aceite lubricante reciclado en carretera, circuito cruz de paz palian - el tambo-Huancayo 2018”, evaluó la alternativa de aprovechar el aceite usado de motor sin pre tratamiento para la estabilización del subrasante en carreteras no pavimentadas.

En la presente investigación se abordó temas relacionados a los nuevos métodos de estabilización de suelos, Buscando dar solución al problema de estabilización de la subrasante con aceites lubricante reciclados en carreteras de bajo volumen de tránsito. El objetivo principal fue determinar el efecto que genera el uso de aceite reciclado en la estabilización de subrasante en la carretera Circuito cruz de paz. y aplicando una **metodología:** tipo aplicativo, nivel explicativo correlacional, diseño experimental se encontró los resultados siguientes: que al adicionar el aceite reciclado al 2% y 4% los resultados fueron favorables para poder estabilizar la subrasante de un suelo, que fueron los siguientes datos: al 2% fue del 5.31% para un 95% del cbr, al 4% fue de 8.51% para un 95% del CBR, los resultados son favorables, y al 6% los 1.79% para un 95% del CBR, resultados son desfavorables.

Se concluye, que la adición del aceite lubricante reciclado debe ser entre 2% a 4%, siendo esta ultima la cantidad optima, representando un incremento de 8.51% del CBR al 95% respecto a estado natural del suelo, por tratarse de vías de bajo volumen de tránsito.

Palabras claves: aceite reciclados, densidad máxima, ensayo proctor modificado, ensayo CBR, estabilización de sub rasante, humedad óptima.

SUMMARY

In this research entitled: "Subgrade stabilization through the use of recycled oil on the road, Paz de Paz cross circuit - the Tambo-Huancayo 2018", evaluated the alternative of taking advantage of the used motor oil without pretreatment for the stabilization of the subgrade in unpaved roads.

In the present investigation, subjects related to the new methods of soil stabilization were addressed, seeking to solve the problem of stabilization of the subgrade with recycled oils on low volume roads. The main objective was to determine the effect generated by the use of recycled oil in the stabilization of subgrade on the road Circuito cruz de paz. and applying a methodology: application type, correlational explanatory level, experimental design the following results were found: that when adding the recycled oil to 2% and 4% the results were favorable to be able to stabilize the subgrade of a soil, which were the following data: 2% was 5.31% for 95% of cbr, 4% was 8.51% for 95% of CBR, results are favorable, and 6% for 1.95% for 95% of CBR, results They are unfavorable.

It is concluded that the addition of the recycled oil should be between 2% to 4%, the latter being the optimum quantity, representing an increase of 8.51% of the 95% CBR with respect to the natural state of the soil, since these are low volume roads traffic.

Keywords: recycled oil, maximum density, modified proctor test, CBR test, subgrade stabilization, optimum humidity.

INDICE

CAPÍTULO I	12
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	12
1.1 Descripción de la realidad problemática	12
1.2 Delimitaciones de la investigación.....	14
1.2.1. Espacial.....	14
1.2.2. Temporal.....	14
1.2.3. Conceptual	14
1.3 Planteamiento de problemas de investigación	14
1.3.1. Problema General	14
1.3.2. Problemas Específicos	14
1.4 Objetivos de la investigación	15
1.4.1. Objetivo General	15
1.4.2. Objetivos Específicos.....	15
1.5 Formulación de la hipótesis de la investigación	15
1.5.1 Hipótesis General.....	15
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	15
1.6 Variables de la investigación	16
1.6.1. Variable independiente	16
1.6.2. Variables dependientes	16
1.6.3. Operacionalización de Variables.....	16
1.7 Diseño de la investigación.....	16
1.7.1. Tipo de Investigación.....	16
1.7.2. Nivel de Investigación	16
1.7.3. Métodos de Investigación	17
1.7.4. Diseño de investigación.....	17
1.8 Población y muestra de la investigación.....	17
1.8.1. Población.....	17
1.8.2. Muestra	18
1.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
1.9.1. Técnicas.....	18

1.9.2. Instrumentos	18
1.9.3. Validez	19
1.9.4. Confiabilidad	19
1.10 Justificación e importancia de la investigación	20
1.10.1 Justificación	20
1.10.1.1 Justificación teórica.....	20
1.10.1.2 Justificación practica	20
1.10.1.3 Justificación económica.	20
1.10.1.4 Justificación social.....	21
1.10.2. Importancia	21
CAPITULO II	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.	25
2.2 Bases teóricas	27
2.2.1 Estabilización de suelo.	27
2.2.1.1 Métodos de estabilización.	27
2.2.1.2 Subrasante	29
2.2.1.3 Factores que influyen en la estabilización de suelos	30
2.2.1.3.2 Humedad y densidad.	30
2.2.1.2.4 Expansión	31
2.2.2 Aceites lubricantes	32
2.2.2.1 Características y propiedades de los aceites lubricantes.....	32
2.3. Definición de términos básicos	33
2.3.1 Subrasante.....	33
2.3.3 Ensayos CBR (california bearing ratio)	34
2.3.4 aceites reciclados	34
2.3.5 Humedad y densidad.....	34
CAPÍTULO III	35
ANALISIS, RESULTADO, DISCUSION	35
3.1. Breve descripción de la zona de estudios.....	35
3.1.1. Ubicación.....	35

3.1.2. Características generales.....	35
3.2. Trabajos previos	36
3.2.1. Trabajos de campo	36
3.2.2. Trabajos de laboratorio.....	36
3.2.2.1. Contenido de humedad:	36
3.2.2.2. Análisis granulométrico por tamizado:	36
3.2.2.4. Determinación de límite líquido, límite plástico e índice plástico	38
3.2.2.5. Ensayo proctor.	38
3.2.2.6 Ensayo C.B.R.	38
3.4 Análisis:	40
CAPÍTULO IV.....	45
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
3.2. CONCLUSIONES	48
4.3 RECOMENDACIONES	49
FUENTES DE INFORMACIÓN	50

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Rangos y magnitud de validez</i>	19
<i>Tabla 2: Coeficiente de validez por juicio de expertos</i>	19
<i>Tabla 3: Rango y Confiabilidad para el instrumento</i>	19
<i>Tabla 4: Cinco categorías de subrasante:</i>	29
<i>Tabla 5: clasificación de suelos según CBR para subrasante</i>	31
<i>Tabla 6: los datos correspondientes a la muestra patrón CBR</i>	31
<i>Tabla 7: Comparación de las Propiedades de un Aceite Lubricante Virgen y un Aceite Lubricante Usado</i>	32
<i>Tabla 8: Resultados de la granulometría</i>	37
<i>Tabla 9: Características plásticas del suelo.</i>	38
<i>Tabla 10: Resultados de proctor modificado tipo "A"</i>	38
<i>Tabla 11: Resumen de resultados de CBR</i>	39
<i>Tabla 12: Resultados de la expansión</i>	40
<i>Tabla 13: Con respecto a los resultados del ensayo de proctor modificado</i>	40
<i>Tabla 14: contenido humedad del suelo al 2%,4% y 6%de aceite reciclado</i>	44
<i>Tabla 15: Expansión del suelo natural y con adicción de 2%, 4% y 6% de aceite reciclado</i>	45
<i>Tabla 16: Resumen de densidades, CBR y expansión</i>	46

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: % aceite reciclado vs CBR 95% (0%,2%,4% y 6%)</i>	13
<i>Figura 2: Desgaste superficial por efecto de las lluvias de la carretera circuito cruz de paz</i>	13
<i>Figura 3: % aceite reciclado vs CBR 100% y 95% (0%,2%,4% y 6%)</i>	39
<i>Figura 4: Densidad seca máxima 95% - % aceite reciclado</i>	40
<i>Figura 5: Comportamiento de Humedad Óptima - % aceite reciclado</i>	43
<i>Figura 6: Con respecto a los resultados del ensayo de expansión.</i>	44
<i>Figura 7: Incidencia de aceite reciclado en el porcentaje CBR al 100%</i>	45
<i>Figura 8: CBR al 95 %</i>	42
<i>Figura 9: Calicata 1.50m</i>	72
<i>Figura 10: Tamizado para la granulometría</i>	73
<i>Figura 11: Límites líquidos y limite plásticos</i>	73
<i>Figura 12: limite plásticos</i>	74
<i>Figura 13: El ensayo de proctor modificado método A al estado natural y con elemento adicional</i>	74
<i>Figura 14: Mezcla del material para el CBR al estado natural y con el elemento adicional</i>	75
<i>Figura 15: La compactación de 5 capas cada uno a 25 golpes y Calibración para sumergir en agua por tres días para hallar la expansión</i>	75
<i>Figura 16: Lectura de expansión y drenado de la muestra para la lectura de penetración</i>	76
<i>Figura 17: Lectura de penetración a 12, 25 y 56 golpes a una pulgada de penetración</i>	76

INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro País la inestabilidad de los suelos es uno de los problemas más frecuentes en carreteras no pavimentadas. La principal causa de daños ocurridos en carreteras no pavimentadas es el cambio climatológico, esto hace que en épocas lluvias la plataforma se deteriora muy rápidamente por erosión hídrica; mientras que en épocas de estiaje se genera gran cantidad de partículas de suelo en suspensión por los carros.

El incremento del parque automotor en muchas ciudades viene generando problemas relacionados con la contaminación ambiental. Todos los vehículos cada cierto tiempo hacen cambios de aceite en el motor y el sistema de transmisión y este desecho no son acumulados adecuadamente por falta de normas sanitarias.

Con la presente investigación se estudió un nuevo método de estabilización con material reciclado como es el aceite lubricante usado de motor y también se buscó dar solución al problema de manejo inadecuado de aceite lubricantes usado de motor, ya que son residuos líquidos catalogados como peligrosos y que causan graves daños al medio ambiente y a la salud por los metales pesados que se les han incorporado después de su utilización; por lo se fijó como objetivo principal fue Determinar el efecto que genera el uso de aceite reciclado en la estabilización de subrasante y aplicando el método científico, tipo aplicada, nivel explicativo correlacional y diseño experimental se encontró los resultados siguientes: al adicionar el aceite reciclado al 2% y 4% los resultados fueron favorables para poder estabilizar la sub rasante, obteniéndose los siguientes resultados: al adicionar 2% de aceite reciclado el CBR alcanzo a 5.31%, mientras que para un 4% de aceite reciclado el CBR fue de 8.51% y finalmente para una adición del 6% el CBR alcanzado fue de 1.79%; todos ellos al 95% del CBR por tratarse de vías de bajo volumen de tránsito.

Se concluye, que la adición del aceite reciclado debe ser entre 2% a 4%, siendo esta ultima la cantidad optima, representando un incremento de 8.51% del CBR al 95% respecto a estado natural del suelo, por tratarse de vías de bajo volumen de tránsito.

La investigación está organizada en seis capítulos, con el siguiente detalle:

Capítulo I: Trata de mostrar problema general, delimitación de la investigación, planteamiento de problemas de investigación, objetivos, la formulación de la hipótesis, las variables de la investigación, diseño de la investigación, la población y muestra de la investigación, técnicas e instrumentos de recopilación d datos, y la justificación e importancia de la investigación, y; los que se corroboran luego de realizar la presente investigación.

Capítulo II: se describe los antecedes internacionales y nacionales con respecto a algunos métodos similares que son utilizados para estabilizar suelos de subrasante con baja capacidad portante y algunos de ellos están normados por el ministerio de transporte y comunicaciones; en las bases teóricas se tocan puntos fundamentales para la investigación como: la subrasante, estabilizaciones de suelos y los aceites reciclados. En este capítulo también se describe de forma teórica.

Capítulo III: breve descripción de la zona de estudios, trabajos de campo, trabajos de laboratorio, y análisis objetivos que se plantean en el capítulo uno. Se resume todos los ensayos realizados para poder determinar la dosificación óptima del aceite lubricante reciclado, el ensayo que nos ayudó a determinar la fue el ensayo CBR (California Bearing Ratio- MTC E 132-2000), se generaron cuadros, que nos permitieron apreciar y analizar los resultados del estudio.

Capitulo IV: Se describe todas las discusiones y conclusiones, a las que se pudo llegar con la elaboración del proyecto de investigación, de igual manera se recomiendan algunos puntos para que puedan seguir investigando en temas relacionados a esta tesis.

Capítulo VI: en el capítulo seis se detalla toda la bibliografía utilizada para la elaboración de la presente investigación

Finalmente se anexa los resultados de los ensayos en laboratorio y también se anexa el plano de referencia del tramo de la carretera no pavimentada Cruz de paz de Palian Huancayo

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional en el mundo se vienen creando nuevas técnicas para la estabilización de suelos con productos químicos tales como, el aceite lubricante de desecho o usado, enzimas orgánicas, aceites sulfanados, compuestos inorgánicos. En un estudio realizado sobre el uso de aceite reciclado para mejorar bases y subbases granulares. Los incrementos de densidad máxima en el ensayo de proctor estándar y modificado en las combinaciones de 75% (agua) y 25% (aceite) y 50% (agua) y 50%(aceite). (Reyes Ortiz, 1997)

A nivel nacional en carreteras de bajo volumen de tráfico, el suelo de soporte es limo-arcilloso y por lo general su capacidad portante es baja y la subrasante es pobre o subrasante inadecuado con un CBR < 6% y que requiere ser estabilizado o cambiada. Este es el caso de la carretera no pavimentada Circuito cruz de paz Palian Huancayo, que en ciertos tramos presenta subrasante limo arcilloso y que requieren ser estabilizado con cualquier método sugerido por el MTC, o por el método que se plantea en la presente investigación, que es la estabilización de subrasante con aceite reciclado. (Ministerio de Transportes , 2013)

A nivel local las vías se encuentran sin pavimento, esto hace que en épocas lluvias la plataforma se deteriora muy rápidamente por erosión hídrica; mientras que en épocas de estiaje se genera gran cantidad de partículas de suelo en suspensión por el carro. El estudio pretende encontrar una solución como una iniciativa de la reutilización de estos aceites lubricantes de desecho o usados en la estabilización

del sub rasante en la carretera no pavimentada en diferentes condiciones climatológicas, en la región Junín – Provincia de Huancayo - Distrito de el Tambo.



Figura 1: carretera circuito cruz de paz palian Huancayo

Fuente: Elaboración propia



Figura 2: Desgaste superficial por efecto de las lluvias de la carretera circuito cruz de paz

Fuente: Elaboración propia

1.2 Delimitaciones de la investigación

1.2.1. Espacial

La presente investigación se realizará en la urbanización de Cullpa baja Carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo (Región Junín) Debido al resultado que nos brindara dicha información nos ayudara para las siguientes investigaciones

1.2.2. Temporal

La investigación será desarrollada en un plazo de 04 meses (Marzo, Abril, Mayo y Junio). En el cual empezara en el mes de Marzo del 2018 que consiste en hacer los ensayos de laboratorio.

1.2.3. Conceptual

La presente investigación se aplicará las teorías relacionadas con las nuevas técnicas de estabilización de suelos, resistencia al esfuerzo cortante, capacidad portante y otros.

1.3 Planteamiento de problemas de investigación

1.3.1. Problema General

¿Qué efecto genera el uso del aceite lubricante reciclado en la estabilización de subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018?

1.3.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el efecto del uso de aceite lubricante reciclado en la densidad seca y contenido de humedad de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018?

¿Cuánto es la influencia del aceite lubricante reciclado en el CBR de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018?

¿Cómo incide el uso del aceite lubricante reciclado en la expansión de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar el efecto que genera el uso de aceite lubricante reciclado en la estabilización de subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018

1.4.2. Objetivos Específicos

Estudiar el efecto del uso de aceite lubricante reciclado en densidad seca y contenido de humedad de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018

Analizar la influencia del aceite lubricante reciclado en el CBR de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018

Calcular la incidencia del uso de aceite lubricante reciclado en la expansión de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018

1.5 Formulación de la hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis General

El efecto que genera el uso de aceite lubricante reciclado en la estabilización de subrasante es significativo en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018.

1.5.2 Hipótesis Específicas

El aceite lubricante reciclado interviene significativamente en la densidad seca y contenido de humedad de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018

El aceite lubricante reciclado influye significativamente en el CBR de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018

El aceite lubricante reciclado incide significativamente en la expansión de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018

1.6 Variables de la investigación

1.6.1. Variable independiente

- Aceite lubricante reciclado

1.6.2. Variables dependientes

- Estabilización de la subrasante

1.6.3. Operacionalización de Variables.

La matriz de operacionalización de variables se muestra en el anexo 2.

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1. Tipo de Investigación

(Oseda Gago, y otros, 2015, pág. 153) Busca la utilización o aplicación de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada o empírica, se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, que como ya se dijo requiere de un marco teórico.

En la presente investigación se aplicará las teorías relacionadas con la estabilización de suelos y capacidad de carga de suelos; por lo cual la investigación será del **tipo aplicada**.

1.7.2. Nivel de Investigación

(Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1991, pág. 74) Los estudios explicativos van más allá de los conceptos; están dirigidos a objetar a las causas de los eventos sociales o físicos. Como indica su nombre, su interés central es aclarar por qué ocurre un fenómeno y en qué situación se da éste.

Por lo expuesto la presente investigación será del **explicativo** ya que está dirigido a responder las causas de los eventos físicos y se centra en explicar en qué situación ocurre el fenómeno.

1.7.3. Métodos de Investigación

(Sabino, 1996, pág. 33) Es el método que se utiliza para lograr conocimientos científicos, y abarca la determinación de los diversos procedimientos que se emplean en las investigaciones y la discusión acerca de sus características, cualidades y debilidades.

Esta investigación se iniciará con la recopilación de información insitu de las características y condiciones actuales de la carretera, Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018, mediante fichas para luego procesarlas y plantear los objetivos o las hipótesis. Bajo las definiciones anteriores en la presente investigación se empleará el método científico.

1.7.4. Diseño de investigación

(Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1991, pág. 129) Los diseños experimentales son “estudios en el que se manifiestan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes.

En esta investigación se manipulará la variable aceite reciclado incrementándose en ciertas proporciones a la subrasante para determinar la estabilidad; por consiguiente, en la investigación se empleará el **diseño experimental** de corte longitudinal.

1.8 Población y muestra de la investigación

1.8.1. Población

(Castro León, 2016, pág. 82) Se define como la totalidad de los elementos que conforman la realidad que se va a investigar, cualquier conjunto de elementos que

tenga uno o más propiedades comunes; conjunto de individuos, personas, unidades de la realidad que presentan características comunes observables.

Por lo mencionado anteriormente la población estará determinada por la Carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018

1.8.2. Muestra

(Monje Álvarez, 2011, pág. 123) Delimita como un grupo de sujetos y objetos procedentes de una población; es señalar un subgrupo de la población, cuando esta es definida como un conjunto de elementos que cumplen con determinadas especificaciones.

La muestra que se selecciono es por conveniencia debido a que se requiere una vía que satesface con los parámetros para la investigación; la muestra está conformada por la Carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el 2018

1.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1.9.1. Técnicas

(Oseda Gago, y otros, 2015, pág. 162) Consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. Observar científicamente significa prestar atención con un objetivo claro, determinado y exacto: el analista sabe qué observar y para qué quiere hacerlo.

En este investigación se aplicará la técnica de la **observación directa**

1.9.2. Instrumentos

(Oseda Gago, y otros, 2015, pág. 167) Consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales, apropiadamente elaboradas y ordenadas contienen la gran parte de la información que se va a reunir en una investigación y es un eficaz auxiliar.

El instrumento elegido fue la ficha de recopilación de datos.

1.9.3. Validez

(Mejia Mejia, 2005, págs. 23-24) Es una “cualidad que consiste en que las pruebas midan lo que pretenden medir. Las pruebas deben medir las características específicas de las variables para las cuales fueron diseñadas”. Sin embargo, una prueba válida para una condición precisa puede carecer de validez para otra. La validez se determina generalmente mediante el juicio de expertos”.

Tabla 1: Rangos y magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: Reproducido de (Ruiz Bolivar, 2005, pág. 12)

Tabla 2: Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
	0.75	0.75	1	0.83
Índice de Validez				0.83

1.9.4. Confiabilidad

(Mejia Mejia, 2005, pág. 27) El “término confiabilidad proviene de la palabra fiable, y ésta a su vez de fe. La confiabilidad es establecer cuan fiable, solido, coherente o firme es el instrumento que se ha elaborado”.

Tabla 3: Rango y Confiabilidad para el instrumento

Rango	Confiabilidad(Dimensión)
0.81-1	Muy alta
0.61-0.80	Alta

0.41-0.60	Media *
0.21-0.40	Baja*
0-0.20	Muy baja*

Fuente: Reproducido de (Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2012, pág. 169)

1.10 Justificación e importancia de la investigación

1.10.1 Justificación

1.10.1.1 Justificación teórica

El conocimiento adquirida y procesada se usara para el fundamento de ésta y otras investigaciones similares, siendo una contribución estrechamente valiosa a la ingeniería de transportes en la aplicación de aditivos para la estabilización de suelos. Para esto se debe tener en consideración las especificaciones técnicas, ya que es una información muy primordial la cual deberá ser comprobada y así conseguir datos exactos.

1.10.1.2 Justificación practica

En la reciente investigación trata sobre proporcionar un valor agregado como un agente estabilizador con aceite lubricante reciclado de la sub rasante de baja capacidad portante. Para lo cual se realizaran los diferentes ensayos en el laboratorio como son: Clasificación de Suelos, el ensayos de Proctor Modificado y CBR, esto nos permitirá hacer una comparación entre la resistencia de un suelo natural con un suelo estabilizado con el aceite reciclado, y de esta forma poder evaluar la influencia de la aplicación del aceite lubricante reciclado en los suelos cohesivos de la carretera Circuito cruz de paz Palian –El Tambo-Huancayo en el 2018.

1.10.1.3 Justificación económica.

Los recursos económicos para esta investigación no serán grandes, porque el aceite es reciclado y se encuentra en muchos talleres automotores de nuestra ciudad. La elaboración de los documentos que acompañan al estabilizador, y los gastos que ello ocasionare por laboratorio, impresión, anillado, empastado serán asumidos por el investigador.

1.10.1.4 Justificación social.

La presente investigación será para las personas que viven cerca de la zona de estudio y para los turistas que vienen de visita al mirador de Achcamarca, que está en la urbanización Cullpa baja distrito de Palian provincia Huancayo y también contribuirá de manera significativamente como referencia para futuros investigadores de estabilización de suelos, control o eliminación de polvo, barro en caminos.

1.10.2. Importancia

La presente investigación es importante por tratarse de una propuesta de estabilización de subrasante en vías no pavimentadas. En la zona de estudio las vías existentes en su totalidad no presentan ningún tipo de tratamiento, ello hace que en épocas de lluvia se generen el lodo y en épocas de estiaje se presente polvareda como producto de la capa superficial de la vía.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Reyes Ortiz, Porras, & Rodríguez A.)En la tesis **titulado:** “Uso De Aceite Quemado Para Mejorar Bases Y Subbases Granulares” para optar el grado: magister en ingeniería civil fijo como **objetivos:** determinar la capacidad que tiene el aceite quemado que producen las máquinas en estabilizar y/o mejorar las bases y subbases granulares,

Aplicando una **metodología:** La metodología empleada para el desarrollo de la investigación se efectuó con una caracterización mecánica del material granular y del aceite quemado a utilizar, posteriormente mediante la ejecución de ensayos proctor modificado se calculó la humedad óptima del material granular, así como, la humedad óptima, pero con la combinación de aceite y agua en diferentes porcentajes.

Resultados: Se realizó la ejecución de los ensayos de compactación proctor estándar y proctor modificado, para determinar la humedad óptima de agua, aceite y combinación de agua con aceite, en los materiales granulares empleados. Ejecución de los ensayos C.B.R. de laboratorio para los porcentajes de humedad óptima para agua, aceite y combinación de las dos. Comparación y análisis de los resultados para los ensayos de proctor estándar, proctor modificado y C.B.R. de laboratorio. El mayor incremento de la densidad máxima en los ensayos de compactación (proctor estándar y modificado) fue de 7.5% para la base tipo C, con una combinación de 75% de agua y 25% de aceite. Los incrementos de densidad máxima para el ensayo de proctor modificado oscilan e 7.0% para el ensayo de

proctor modificado. Los mayores incrementos de la densidad para los ensayos de proctor estándar y de proctor modificado se encuentran para las combinaciones de 75% de agua y 25% de aceite y para 50% de agua y 50% de aceite, respectivamente. Para la resistencia mecánica calculada a partir de los ensayos de C.B.R. de laboratorio, se determinó que, para las bases tipo B, en combinaciones de 25%, 50% y 100% de aceite, existe un descenso de la resistencia mecánica, así como para la base tipo C en la combinación 50% de agua y 50% de aceite. La resistencia mecánica máxima se encuentra en las muestras de base tipo A, con incrementos entre el 47% y 62%. El mayor incremento de la densidad máxima en el ensayo proctor estándar es 6%, en la subbase C y con una combinación de 75% de agua y 25% de aceite. Los incrementos de densidad máxima para el ensayo de proctor estándar oscilan entre 1.25% y 6.0% y entre 0.5% y 8.25% para el ensayo de proctor modificado. Los mayores incrementos de densidad máxima para el ensayo de proctor estándar y proctor modificado se encuentran en las combinaciones de 75% de agua y 25% de aceite y 50% de agua y 50% de aceite, respectivamente. Para la resistencia mecánica calculada con el ensayo de C.B.R. de laboratorio, la subbase tipo A, en las diferentes combinaciones de agua con aceite, siempre presentó un descenso en su resistencia, las cuales llegaron hasta un 23% con respecto a la muestra patrón.

Finalmente, fija como **conclusiones:** Con los resultados obtenidos en los ensayos proctor estándar, proctor modificado y C.B.R. de laboratorio, se pudo concluir la viabilidad del empleo de aceite quemado para mejorar la resistencia mecánica y densidad máxima de algunas bases y subbases granulares. Y también se determinó que los límites líquidos y plásticos, índice de plasticidad, y permeabilidad disminuyen conforme se agrega más porcentaje de aceite.

(Cardenas Villamizar, 2017) En la tesis **titulado:** “Evaluación de la resistencia mecánica de mezclas asfálticas elaboradas con asfalto modificado con aceites lubricantes usados” *para optar el grado de:* Magister en Ingeniería Ambiental “evaluación de la resistencia mecánica de mezclas asfálticas elaboradas con asfalto modificado con aceites lubricantes usados”, fijo como **objetivo:** Evaluar en laboratorio, mediante el ensayo Marshall, el comportamiento de la resistencia mecánica de una mezcla asfáltica en caliente cuando se le adiciona al asfalto aceite lubricante de desecho o usado.

Aplicando una **metodología**: El método científico, del tipo aplicado, se consiguió los siguientes resultados generar las curvas geológicas para 9 tipos de asfaltos modificados, para lo cual se prepararon soluciones de asfalto-aceite usado con composiciones que variaron desde 0% al 6% de aceite usado en peso; los ensayos de viscosidad se ejecutaron siguiendo la metodología INV E-714-07.

Posteriormente se realizaron pruebas Marshall para las soluciones asfalto-aceite usado al 0%, 1.5%, 2%, 2.5% y 6% en peso, con el fin de establecer el contenido máximo de aceite usado que se puede adicionar en la mezcla que cumpla con las exigencias de la norma de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (concreto asfáltico) del INVIAS. Se deben realizar pruebas adicionales en laboratorio y campo para evaluar el comportamiento de estas mezclas a largo plazo. Finalmente fija como **conclusión**: Las temperaturas óptimas de mezcla y compactación de mezclas asfálticas elaboradas con asfalto modificado con aceite usado disminuyen a medida que se va adicionando aceite al asfalto, por lo que se pueden catalogar como mezclas tibias, lo cual puede disminuir los costos energéticos para la fabricación de pavimentos y aumentar las distancias a las que se pueden transportar.

(Rolando De La Paz, 2010) En la tesis **titulado**: “Estabilización de suelos con cloruro de sodio (nacl) para bases y sub bases”, para optar el grado: Ingeniero Civil fijo como **objetivo**: determinar la confiable y eficiente del método de estabilización con cloruro de sodio y se verificarán las propiedades físicas y Comportamientos mecánicos de los suelos.

Aplicando una **metodología**: De tipo aplicativo, se obtuvo los siguientes resultados; construcciones de las bases y sub-bases para carreteras que están expuestas a un clima cálido extremo, lo cual conlleva que la humedad se evapore rápidamente. El cloruro de sodio (NaCl) es un elemento que ayuda a aumentar el tiempo en el cual los suelos pierden humedad. Obtuvo los siguientes **resultados**: Al agregar cloruro de sodio al suelo, se incrementa la densidad seca máxima y se reduce la humedad óptima, se obtienen 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 suelos-cloruro de sodio.

Finalmente fija como **conclusiones:** Debe evitarse el uso de NaCl en un terreno de capilaridad alta, donde haya una fuente de agua a poca profundidad (nivel freático), ya que el cloruro de sodio es soluble en agua y se le debe proteger contra la cantidad excesiva de humedad.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

(Ramos Hinojosa , 2014) En la tesis **titulado:** “Mejoramiento de subrasante de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica 2014”, para optar el grado: ingeniero civil fijo como **objetivos:** fue mejorar la sub rasante de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras.

Aplicando una **metodología:** El método científico, del tipo aplicado, se consiguió los siguientes resultados: con adición de polímeros reciclados (PR), obtenidos de las botellas descartables PET, solo se puede mejora las propiedades mecánicas y físicas del suelo para sub rasante, el suelo estudiado presenta gran cantidad de arcillas, siendo su granulometría muy fina y carente de partículas de mayor diámetro que son muy importantes para una buena capacidad portante, por la cual al adicionar los polímeros reciclados al 1.5% del peso seco del suelo, con dimensiones entre 5 y 10 mm de forma rectangular, se observa un incremento porcentual en promedio del CBR en 26% debido a que el PET es un material resistente y al adicionar al suelo hace que tenga mayor fricción y por ende presente mayor resistencia al corte. Obtuvo los siguientes **resultados:** Para poder determinar la dosificación adecuada de polímeros reciclados se tuvo que realizar ensayos de CBR y así poder encontrar una dosificación óptima en porcentaje y el material adecuado para la estabilización, para lo cual se realizaron 22 ensayos CBR, variando el porcentaje con respecto al peso seco del suelo y las dimensiones de los polímeros, también se realizaron ensayos con cal y por último el ensayo suelo más polímeros y cal.

Finalmente, fija como **conclusiones:** Utilizando el polímero reciclado como agente estabilizador se concluye que pueden ser utilizados en subrasante para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, recomendándose la cantidad de 1.5% con respecto

al peso seco del suelo y de forma geometría rectangular con dimensiones entre 5 y 10mm. La capacidad portante del suelo con presencia de polímeros reciclados PET incrementa porcentualmente en promedio en 26% y la expansión disminuye en promedio 1.5%. El escás de gravas en los suelos estudiados hace que el suelo tenga poca resistencia al corte, como se pudo comprobar con el ensayo de CBR, razón por la cual al adicionar elementos PET hace que el suelo tenga mayor fricción y por lo tanto presente mayor resistencia al corte.

(Gutiérrez Montes , 2010) En la tesis **titulado:** “Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio” para optar el grado: Ingeniero Civil fijo como **objetivos:** es analizar las ventajas técnicas, ambientales y económicas que se obtiene de aplicar el cloruro de Magnesio (Bischofita) en comparación con el cloruro de Calcio, para estabilizar carreteras en el Perú frente al adicción del cloruro de calcio.

Aplicando una **metodología:** El método científico y nivel explicativo se consiguió los resultados siguientes: conocer las ventajas técnicas, económicas y ambientales de los elementos químicos estabilizadores, determinando líneas de acción a seguir al momento de optar por una u otra alternativa de estabilización de una carretera no pavimentada ubicada en la costa peruana.

Finalmente, fija como **conclusiones:** investigación concluye que El Cloruro de Calcio se puede utilizar como principal alternativa para la estabilización y habilitación de caminos temporales, ya que cumplen con la posibilidad de economía y duración en zonas de la Costa Peruana.

(Huaquisito Caseres, 2014) En la tesis **titulado:** “Efecto del aceite residual de la maquinaria pesada en los factores físico mecánicos del suelo” para optar el grado: doctor en ciencia tecnología y medio ambiente fijo como **objetivos:** Determinar el efecto que presenta el aceite residual de la maquinaria pesada en los factores físico mecánicos del suelo,

Aplicando una **metodología:** se procedió al mezclado de muestras de suelo con aceite residual, en las proporciones de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% en peso seco y sometidos a ensayos de laboratorio, estableciendo primero las características

iniciales que presenta el suelo. La consistencia del estudio se realizó mediante la estadística correlacional usando el coeficiente de Pearson. Los siguientes **resultados**: Indican que hay una disminución, desde el 0% al 10% de aceite, de los índices de plasticidad de 15.89% a 3.64%, de la densidad seca máxima de 1.96 g/cm³ a 1.77 g/cm³, del contenido de humedad óptimo de 10.6% a 5.8% y de la permeabilidad de $1.18 \cdot 10^{-3}$ cm/s a $9.86 \cdot 10^{-5}$ cm/s. La resistencia a compresión simple aumenta hasta 7.61 kg/cm² en un rango del 2% al 4%, más allá del 4% tiende a disminuir considerablemente; también se observa una disminución de la cohesión de 0.34 kg/cm² a 0.16 kg/cm²; pero en el rango de 2% a 4% aumenta a 0.44 kg/cm², el ángulo de fricción interna aumenta inicialmente de 9.52° al 0% a 13.12° al 4% de aceite residual luego de este valor se observa un decremento no existiendo correlación.

Finalmente, fija como **conclusiones**: se concluye que existe una correlación inversa entre el contenido de aceite residual y los factores físico mecánicos del suelo, exceptuando al ángulo de fricción interna, lo que significa que a mayor contenido de aceite residual se reducen los valores de las características físico mecánicas del suelo, considerándose adecuado su utilización en un rango del 2% al 4% para estabilizaciones de suelos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estabilización de suelo.

(Ministerio de Transportes , 2013) Es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre.

2.2.1.1 Métodos de estabilización.

Estabilización mecánica de suelos.

(Menendez Acurio, 2009, pág. 19) La estabilización mecánica consiste en mejorar las propiedades del suelo por densificación de sus características granulométricas mediante la mezcla con otro material. Los equipos que se utilizan son motoniveladora, rodillo compactador y tractor.

Estabilización por combinación de suelos.

(Ministerio de Transportes , 2013, pág. 113) La estabilización por combinación considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo. El suelo se disgregará o escarificará, en una profundidad (15 cm) y luego se colocará el material de préstamo.

Estabilización por sustitución de los suelos.

(Ministerio de Transportes , 2013, pág. 113) Es cuando se prevea la construcción de la subrasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado y reemplazado por el material de adición.

Suelos estabilizados con cemento.

(Montejo Fonseca, 2002, pág. 112) Este método consta de varias etapas, la primera es la acción de la naturaleza fibrosa del silicato de calcio que se forma cuando los granos de cemento entran en contacto con el agua. Debido a esta reacción se forman masas de fibras minúsculas que se traban fuertemente una con otros.

Estabilización con cloruro de sodio.

(Menendez Acurio, 2009, pág. 20) La sal como estabilizador es apropiado en todos los suelos, salvo aquellos que contiene material orgánico. La sal puede agregarse al suelo seco, en cristales o en forma de salmuera y produce una capa con superficie lisa y uniforme.

Estabilización con cloruro de calcio.

(Ministerio de Transportes , 2013, pág. 122) La estabilización con cloruro de calcio ayuda al proceso de compactación y contribuye con la resistencia del suelo, previene el desmoronamiento de la superficie y es un paliativo del polvo.

Estabilización de suelos con cal.

(Braja M, 2001, pág. 807) Los tipos de cal comúnmente usados para la estabilización de suelos de grano fino son la cal hidratada de alto calcio, la cal viva calcítica, la cal dolomítica monohidratada y la cal viva dolomítica. La cantidad usada varía usualmente entre 5% y 10%.

Estabilización con cloruro de magnesio.

(Ministerio de Transportes , 2013, pág. 122) El cloruro de magnesio son cristales de color blanco, incrementa la tensión superficial produciendo una superficie de rodado más dura. Químicamente, el cloruro de magnesio está constituido por un 10.5% de magnesio, un 33.5% de cloro, un 52% de agua y un 4% de impurezas.

Estabilización con productos asfaltos.

(Menendez Acurio, 2009, pág. 20) En la estabilización con productos bituminosos tales como asfaltos líquidos, emulsiones asfálticas y alquitrán, la estabilización con estos productos persigue uno o ambos de los siguientes fines:

En suelos no plásticos o arenosos, se trata de que ejerza una acción ligantes unida a la fricción propia del suelo, evita deformaciones de la capa mejorada bajo la acción del tránsito.

En suelos cohesivos, se busca que el estabilizante aglomere las partículas de arcilla y obture los vacíos, impermeabilizando al suelo y protegiéndolo contra la acción del agua.

2.2.1.2 Subrasante

(Ministerio de Transportes , 2013, pág. 23) Es la capa superior del suelo natural, que soportará la estructura del asfalto, y se considerara como material apto para las capas de la subrasante suelos con $CBR \geq 6\%$., de tal forma que no se vea afectada por el peso de diseño que proviene del transporte.

Tabla 4: Cinco categorías de subrasante:

SUBRASANTE	CBR
S0: Subrasante muy pobre	CBR < 3%
S1: Subrasante pobre	CBR = 3% - 5%
S2: Subrasante regular	CBR = 6 - 10%
S3: Subrasante buena	CBR = 11 - 19%
S4: Subrasante muy buena	CBR > 20%

Fuente: (Ministerio de Transportes , 2013)

2.2.1.3 Factores que influyen en la estabilización de suelos

2.2.1.3.1 Proctor modificado

(Braja M., 1985, pág. 52) El suelo es compactado en un molde que tiene un volumen de 943.3 cm³. El diámetro del molde es de 101.6 mm. El suelo se mezcla con cantidades variables de agua y luego se compacta en cinco capas iguales por medio de un pisón que transmite 25 golpes a cada capa. El pisón pesa 24.4 N y tiene una altura de caída de 304.8 mm. Para cada prueba, el peso específico húmedo de compactación.

2.2.1.3.2 Humedad y densidad.

(Alvarez Pabón, 2006, pág. 69) Influyen en la resistencia y en el comportamiento bajo carga repetida de los suelos de la subrasante. Durante la construcción, los suelos de subrasante pueden ser compactados a una densidad y humedad específicas, que permiten establecer valores de resistencia para el diseño del pavimento. Sin embargo, tanto el contenido de humedad como la densidad pueden cambiar durante la construcción o después de ella.

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

2.2.1.3.3 Ensayo CBR (California bearing ratio)

(Bañon Blazquez & Bevia Garccia, 2010, págs. 16-17) El índice de CBR se define como la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo una determinada profundidad y la necesaria para conseguir esa misma penetración en una muestra patrón de grava machacada, expresada en tanto por ciento.

Tabla 5: clasificación de suelos según CBR para subrasante

	valor de CBR	clasificación general
S0	< 3%	subrasante muy pobre
S1	3% - 5%	subrasante pobre
S2	6 - 10%	subrasante regular
S3	11 - 19%	subrasante buena
S4	> 20%	subrasante muy buena

Fuente: (MTC, 2005, pág. 129)

Tabla 6: los datos correspondientes a la muestra patrón CBR

PENETRACION		CARGA UNITARIA PATRON	
Mm	Pulg	MPa	Psi
2.5	0.10	6.9	1,000
5.0	0.20	10.3	1,500
7.5	0.30	13.0	1,900
10.0	0.40	16.0	2,300
12.7	0.50	18.0	2,600

Fuente: (Joseph E. Bowles, 1981)

$$CBR\ 0,1" = \frac{CARGA\ EN\ PSI}{1000} * 100$$

2.2.1.2.4 Expansión

(MTC, Manual de ensayo de materiales , 2016, pág. 255) Según el porcentaje de expansión del suelo se puede categorizar en "Baja" cuando el porcentaje de expansión es menor a 1.5%, "Media" cuando esta entre el 1.5 y 5%, "Alta" comprendido entre el 5 y 25% y "muy alta" cuando es mayor al 25%.

$$\% \text{ Expansión} = L2 - L1 / 127 \times 100$$

L1 = Lectura inicial en mm.

L2 = Lectura final en mm.

Altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5")

2.2.2 Aceites lubricantes

(Martínez Perez , 2002, pág. 108) Son aquellos a los que, por sus características de fluidez, se les designa lubricantes. Dentro de estas están los aceites simples y los compuestos. Los aceites por su origen son aceite mineral, aceite animal, aceite vegetal, aceite sintético. Y los compuestos se obtienen de la mezcla de aceites simples y de la adición de aditivos.

2.2.2.1 Características y propiedades de los aceites lubricantes

2.2.2.1.1 Viscosidad

(Perez Casado, 2012) Es el cociente resultante entre la tensión de cizallamiento y el gradiente de velocidad. Es la resistencia que opone cada una de las moléculas de un fluido al deslizarse unas sobre otras y depende de la presión y la temperatura.

2.2.2.1.2 Densidad

(Perez Casado, 2012) Hace referencia al peso específico. Es una propiedad que varía con la temperatura.

La densidad del aceite lubricante puede depender de ciertos factores como la temperatura, pero en muchas ocasiones se considera constante.

2.2.2.1.3 Dosificación de aceite usado

Tabla 7: Comparación de las Propiedades de un Aceite Lubricante Virgen y un Aceite Lubricante Usado

PROPIEDAS	ACEITE LUBRICANTE VIRGEN	ACEITE LUBRICANTE USADO
	<u>PROPIEDADES FÍSICAS</u>	
Gravedad específica	0,822	0,910
Viscosidad Dinámica a 100 °F, SSU	-	324,0
Sedimentos de Fondo y Agua (BS&W), % v/v	0	12,3
Residuo de carbono, % w/w	0,82	3,0
Contenido de cenizas, % w/w	0,94	1,3
Temperatura de inflamabilidad, °F	-	348,0
Temperatura de fluidez, °F	-35,0	-35,0

	<u>PROPIEDADES QUÍMICAS</u>	
Numero de saponificación	3,94	12,7
Número total ácido	2,20	4,40
Número total básico	4,70	1,70
Nitrógeno, % w/w	0,05	0,08
Azufre, % w/w	0,32	0,42
Plomo, ppm	0	7535
Calcio, ppm	1210	4468
Cinc, ppm	1664	1097
Fosforo, ppm	1397	931
Magnesio, ppm	675	309
Bario, ppm	37	297
Hierro, ppm	3	205
Sodio, ppm	4	118
Potasio, ppm	<1	31
Cobre, ppm	0	29

Fuente: (Díaz, 2009-2010) Master profesional en ingeniería y gestión medioambiental

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1 Subrasante

Es la capa superior del terreno natural, que soportará la estructura del pavimento o afirmado, que deberán resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito. Tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento - retracción). (Montejo Fonseca, 2002, pág. 9)

2.3.2 Estabilización De Suelo: Es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos (Ministerio de Transportes , 2013)

2.3.3 Ensayo CBR (California bearing ratio)

Es un ensayo normalizado de penetración (NLT-112) que mide la presión necesaria para introducir un pisón de 3plg2 a una cierta profundidad 6plg. Y el diámetro de 5 plg., altura a una velocidad de (0.5plg/min). (Bañon Blazquez & Bevia Garccia, 2010, págs. 16-17)

2.3.4 aceites reciclados

Como cualquier aceite que ha sido colocado en una pieza de equipo (por ejemplo, motores, caja de engranajes, transformador eléctrico, turbina, etc.) Haya estado este en operación o no. Las fuentes de generación de aceite reciclado son: los vehículos motorizados (aceites de lubricación), y otras aplicaciones industriales. (Arner, Barberan, & Mur, 2006)

2.3.5 Humedad y densidad.

Influyen en la resistencia y en el comportamiento bajo carga repetida de los suelos de la subrasante. Durante la construcción, los suelos de subrasante pueden ser compactados a una densidad y humedad específicas, que permiten establecer valores de resistencia para el diseño del pavimento. (Alvarez Pabón, 2006, pág. 69)

CAPÍTULO III

ANALISIS, RESULTADO, DISCUSION

3.1. Breve descripción de la zona de estudios

El área de trabajo se ubica en el anexo de Cullpa baja carretera cruz de paz (Mirador de achkamarca) del Tambo– Huancayo – Junín,

La trocha carrozables es accidentada cuya pendiente promedio es de 8%, tiene un ancho de plataforma de 4 m; la vía se puede clasificar de acuerdo a su función como red vial terciaria local.

Esta zona de estudio se caracteriza por ser una zona arcillosa, y la trocha carrozables construido atraviesa por ciertos tramos arcilla arenosa y probablemente de baja capacidad portante, es por tal motivo que se seleccionó como muestra ciertos tramos.

3.1.1. Ubicación

Planos deben ser mostrados en anexos 4 planos generales específicos

3.1.2. Características generales

Se encuentra ubicado en el Departamento de Junín, Provincia de Huancayo, Distrito de El Tambo. El Proyecto se inicia en el anexo de Cullpa bajo y llega hasta la cruz del mirador de achkamarca. La carretera se clasificó por su función como una carretera vecinal, según el Manual de Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Transito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Después realizar el estudio geológico - geotécnico de la zona de estudio, se procedió a ubicar 1 calicatas, extrayendo muestras para su análisis de laboratorio,

con la finalidad de ver el suelo más desfavorable A-7-6(6) CL, y de este se obtuvo un CBR de 3.05 %.

3.2. Trabajos previos

3.2.1. Trabajos de campo

Se hizo calicatas de 1.50m de profundidad mínima lo que nos indica las normas. Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada en el ancho de la calzada, se recurrió al “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - MTC” en el cual se halla un “Cuadro N°4.1: para diagnosticar la cantidad de calicatas. En este cuadro se determina la cantidad de calicatas según el Tipo de Carreteras.

3.2.2. Trabajos de laboratorio

3.2.2.1. Contenido de humedad:

La referencia normativa utilizada fue, MTC E (108 – 2000), Contenido de humedad de un suelo.

Manual de ensayo de materiales en la Sección N° 1: Suelos

En promedio el contenido de humedad de la subrasante de la trocha carrozables es de c-1 es de 24.74%.

Cuando la humedad natural es mayor a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, incrementar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

3.2.2.2. Análisis granulométrico por tamizado:

El objetivo es hallar los porcentajes de suelo que pasan por los diferentes tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 0.075 mm (N°200).

Referencias normativas

MTC E 107, análisis granulométrico de suelos por tamizado.

Manual Ensayo de materiales en la Sección N° 1: Suelos

Tabla 8: Resultados de la granulometría

Malla		Peso retenido	% Pasante
Tamiz	mm		C-1
1"	25.40		100.00%
3/4"	19.050	6.10	99.66%
1/2"	12.700	40.23	97.38%
3/8"	9.525	20.30	96.24%
1/4"	6.350	38.91	94.04%
N°4	4.760	27.38	92.49%
N°6	3.350	45.76	89.91%
N°8	2.380	54.30	86.84%
N°10	2.000	28.68	85.22%
N°16	1.190	118.11	78.54%
N°20	0.840	75.77	74.26%
N°30	0.590	106.16	68.27%
N°40	0.426	66.04	64.53%
N°50	0.297	37.96	62.39%
N°80	0.177	69.59	58.46%
N°100	0.149	23.83	57.11%
N°200	0.074	58.34	53.82%
FONDO		952.54	0.00%

Fuente: Elaboración propia

	Calicata C-1
Grava 3"-N°4	7.51 %
Arena N°4-N°200	38.67 %
Finos < N° 200	53.82 %

Fuente: Elaboración propia

Arcilla limosos de color marrón rojizo, de baja plasticidad con 53.82% de finos (Que pasa la malla N° 200), Lím. Líq.= 41.05% e Ind. Plast. = 15.77%

3.2.2.3. Clasificación de suelos (sucs y aashto)

Referencias normativas:

ASTM D 2487-93. Sistema Unificado de Clasificación del suelo (USCS o SUCS) s

Manual Ensayo de materiales en la Sección N° 1: Suelos

CL A-7-6(6) = Suelo arcilla limoso

3.2.2.4. Determinación de límite líquido, límite plástico e índice plástico

Referencias normativas:

MTC (E 11 O): Ensayo del límite líquido de los suelos.

MTC (E 111): Ensayo del límite plástico e índice de plasticidad.

Manual Ensayo de materiales en la Sección N° 1 Suelos

Tabla 9: Características plásticas del suelo.

Calicata	LL	LP	IP
C1	41.05%	25.28%	15.77%

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos del IP de los tramos estudiados, se puede concluir que como presenta un $IP < 10$ es un "suelo arcilloso"

3.2.2.5. Ensayo proctor.

Referencias normativas

ASTM D-1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (2700 kN-m/m³)

MTC E-115: Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.

Manual Ensayo de materiales en la Sección N° 1 Suelos

Tabla 10: Resultados de proctor modificado tipo "A"

	estado natural	2% aceite reciclado	4% aceite reciclado	6% aceite reciclado
humedad optima	11.85%	11.90%	15.45%	14.77%
densidad seca máxima 100%	1.817kg/c m ³	1.684kg/cm ³	1.728 kg/cm ³	1.740 kg/cm ³

Fuente: elaboración propia

3.2.2.6 Ensayo C.B.R.

Referencias normativas

ASTM D-1883, AASHTO T-193, J. E. Bowles (Experimento N° 19), MTC E 132-2000

Tabla 11: Resumen de resultados de CBR

	Estado natural	2% aceite reciclado	4% aceite reciclado	6% aceite reciclado
CBR	0.1"	0.1"	0.1"	0.1"
100% MDS	4.21%	7.41%	13.97%	2.34%
95%MDS	3.05%	5.31%	8.51%	1.79%

Fuente: elaboración propia

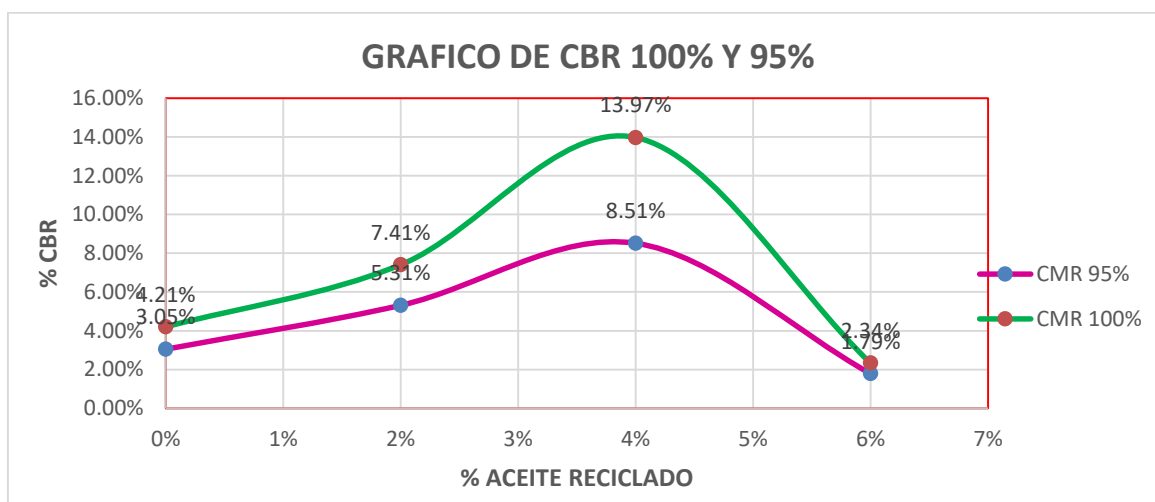


Figura 3: % aceite reciclado vs CBR 100% y 95% (0%,2%,4% y 6%)

Fuente: Elaboración propia

En la **figura N°3** se muestra el resumen de los resultados del ensayo de CBR, LA expansión sumergida a tres días por tratarse de suelos arcillosa con una sobrecarga de 4,5 kg. Se obtuvo los resultados del porcentaje de expansión, además el valor del CBR al 95% por tratarse de una carretera de bajo volumen de tránsito de la DMS (densidad máxima seca) y a una penetración de 0.1", los resultados obtenidos son muy importantes para poder diferenciar con los resultados hallados con la adición de aceites reciclados

Expansión

Tabla 12: Resultados de la expansión

	12 golpes	26 golpes	55 golpes
% expansión (estado natural)	2.165	2.583	4.134
% expansión (2% aceite reciclado)	1.787	2.276	2.717
% expansión (4% aceite reciclado)	0.54	1.47	2.72
% expansión (6% aceite reciclado)	2.835	3.827	4.024

Fuente: Elaboración propia

3.4 Análisis:

3.4.1. Estudio del efecto del uso de aceite lubricante reciclado en la densidad seca y contenido de humedad de la subrasante.

Tabla 13: Con respecto a los resultados del ensayo de proctor modificado

	estado natural	2% aceite reciclado	4% aceite reciclado	6% aceite reciclado
densidad seca máxima	1.817 kg/cm ³	1.684 kg/cm ³	1.728 kg/cm ³	1.740 kg/cm ³
Contenido de humedad	11.85%	11.90%	15.45%	14.77%

Fuente: Elaboración propia

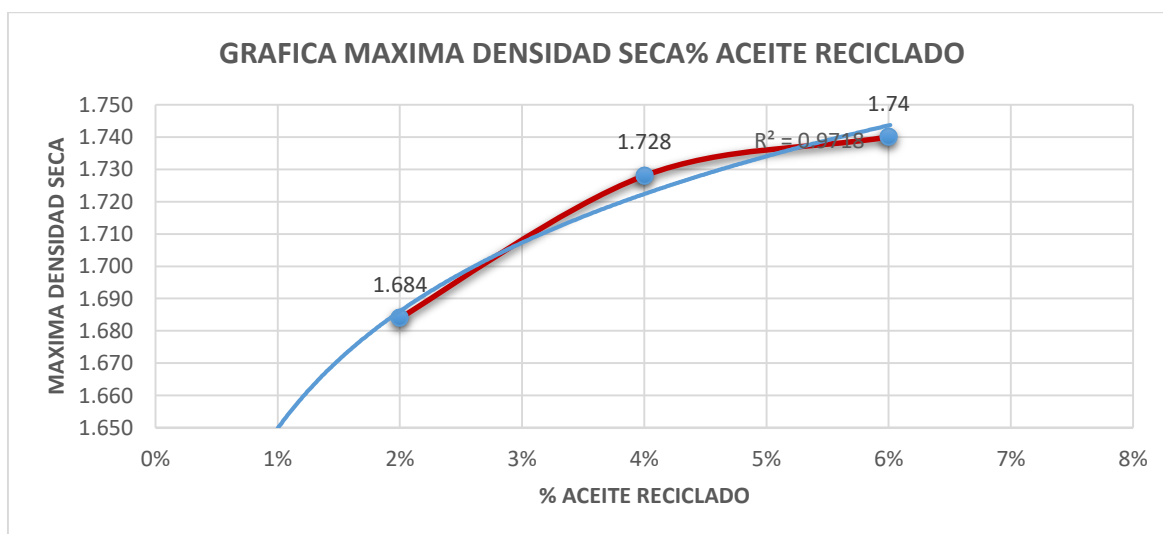


Figura 4: Densidad seca máxima 95% - % aceite reciclado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se muestra que, al aumentar el porcentaje de aceite lubricante reciclado en el suelo, se aumenta la densidad seca máxima en el ensayo de proctor modificado. Como se observa en los resultados

Al 2% de aceite lubricante reciclado la máxima densidad seca fue de 1599.80 kg/m³, en una adición de 4% de aceite reciclado la máxima densidad seca fue de 1641.60 kg/m³.

Y al adicionar un 6% de aceite lubricante reciclado la máxima densidad seca aumenta a 1653.00 kg/m³

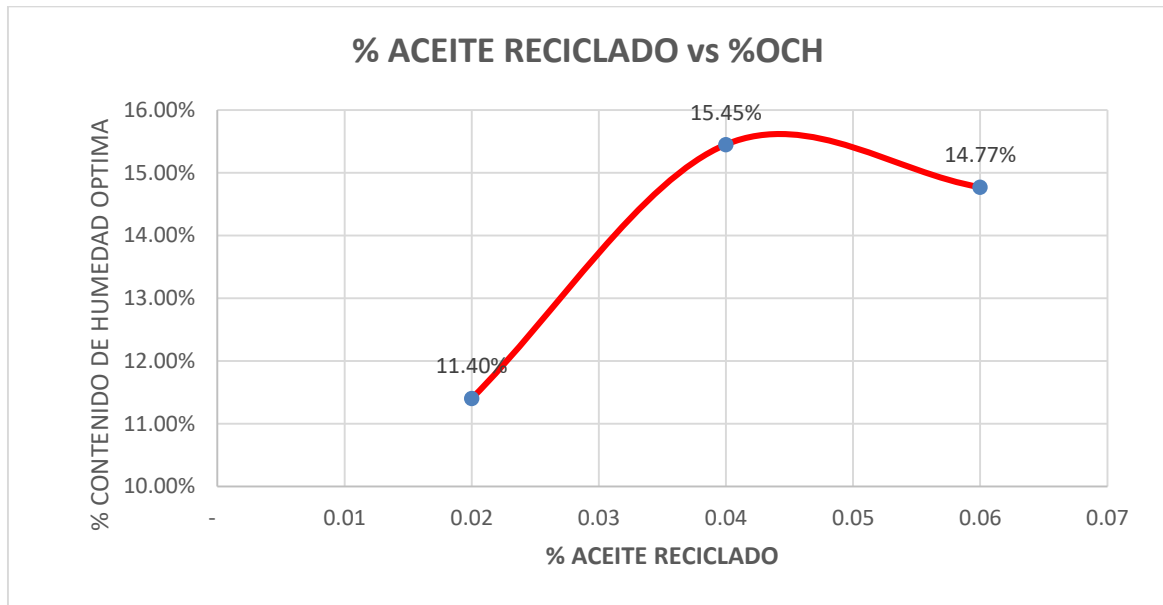


Figura 5: Comportamiento de Humedad Óptima - % aceite reciclado

Fuente: Elaboración propia

La figura 5 indica que, al aumentar el porcentaje de aceite lubricante reciclado en la muestra de suelo, se aumenta la humedad óptima necesaria para obtener una densidad seca máxima en el ensayo Proctor, el incremento de humedad óptima es constante al agregar porcentajes de aceite reciclado de 2% y 4%. Sin embargo, al agregar un 6% la humedad óptima disminuye. Por lo tanto, al agregar un porcentaje de aceite reciclado muy alto, se corre el riesgo de tener una humedad óptima muy baja, con lo cual la compactación no es la adecuada.

3.4.2. Análisis de la influencia del aceite lubricante reciclado en CBR de la subrasante

Tabla 14: Resumen de resultados de CBR

	Estado natural	2% aceite reciclado	4% aceite reciclado	6% aceite reciclado
CBR	0.1"	0.1"	0.1"	0.1"
95%MDS	3.05%	5.31%	8.51%	1.79%

Fuente: elaboración propia

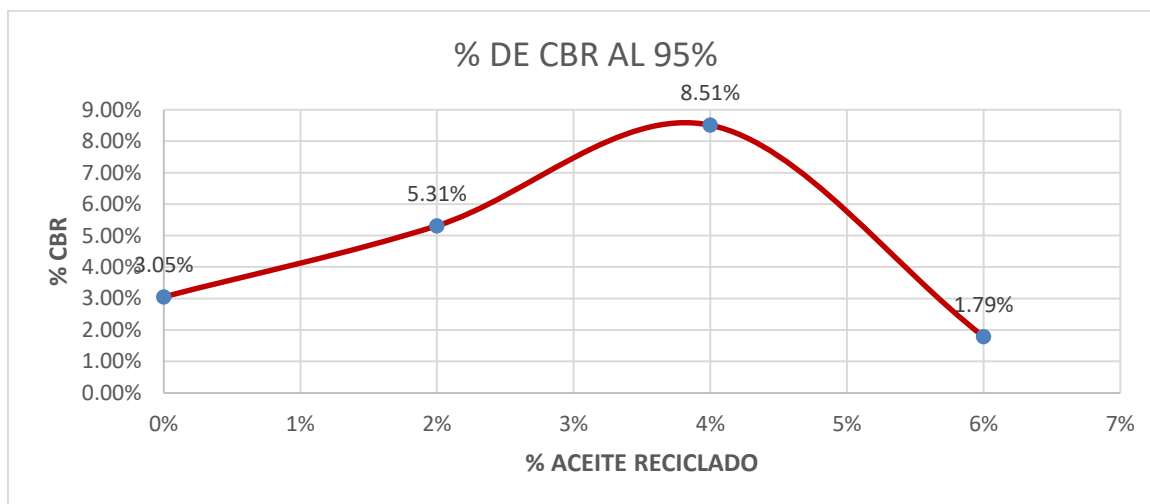


Figura 6: CBR al 95 %

Fuente: Elaboración propio

Comparando los resultados del 95% vemos que tenemos un CBR inicial, sin % de estabilizante, de 3.05%, si utilizamos como estabilizador el aceite lubricante reciclado vemos que los especímenes con 2% de este estabilizador sube el valor inicial del CBR a 5.31 %, y al aumentar el estabilizante al 4% de aceite lubricante reciclado sigue subiendo el valor a 8.57%, pero si utilizamos el estabilizador aceite lubricante reciclado al 6% baja el valor inicial a 1.79%, interpretando este resultado es conveniente hasta un 4%, si utilizamos mayor al 6% de este estabilizador de aceite lubricante reciclado obtendremos valores cada vez menores.

3.4.3. Calculo de la incidencia del uso de aceite lubricante reciclado en la expansión de la subrasante

Tabla 15: Expansión del suelo natural y con adicción de 2%, 4% y 6% de aceite reciclado

	Estado natural	2% de AR	4% de AR	6% de AR
Expansión promedio	2.96 %	2.26 %	1.42 %	3.65 %

Fuente: Elaboración propia

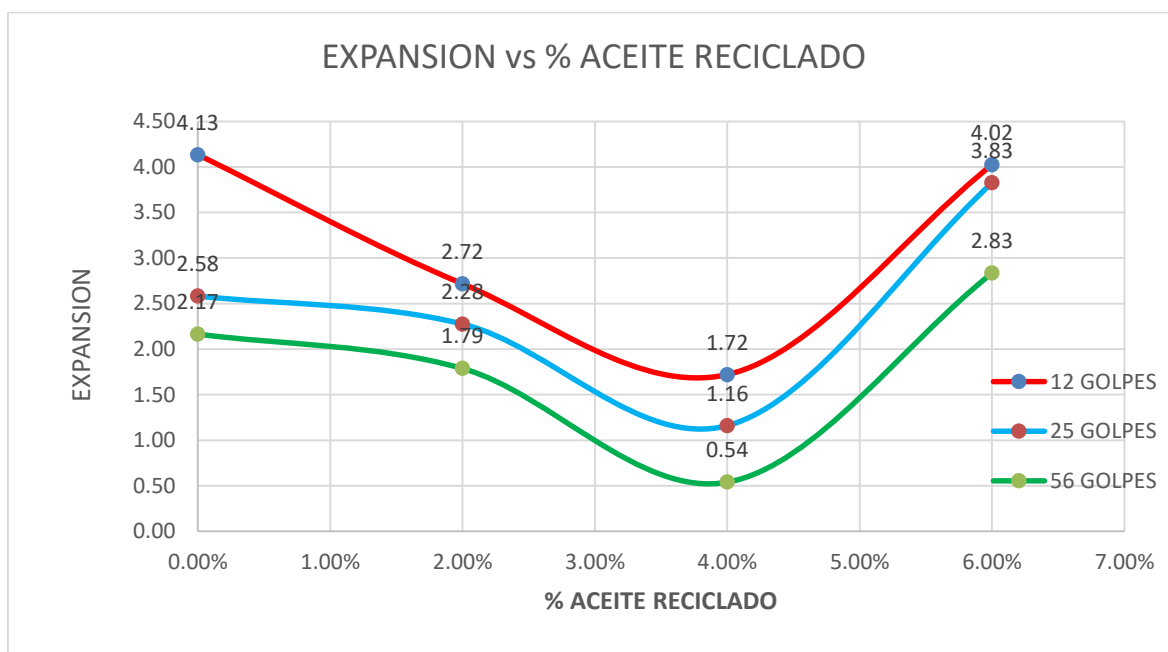


Figura 7: Con respecto a los resultados del ensayo de expansión.

Fuente: Elaboración propio

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 9. Según el ítem 2.2.1.2.3 la expansión del suelo queda categorizado como: “alta” para el suelo natural; “alta” para suelo + 2% aceite lubricante reciclado, “media” para suelo+4% aceite reciclado y finalmente “alta” para un suelo+6% aceite reciclado.

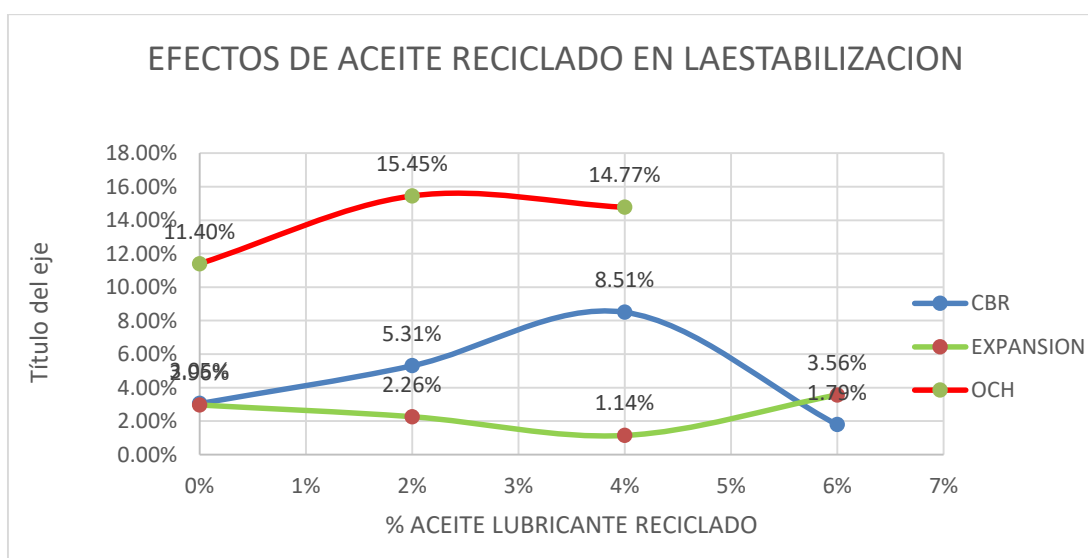
La figura 6 muestra que el porcentaje de expansión del suelo es favorable para 4% de aceite lubricante reciclado.

3.4.4. Determinación del efecto que genera el uso de aceite lubricante reciclado en la estabilización de subrasante.

Tabla 16: Resumen de densidades, CBR y expansión

	0% Aceite reciclado	2% Aceite reciclado	4% Aceite reciclado	6% Aceite reciclado
Contenido humedad	11.85%	11.90%	15.45%	14.77%
Densidad máxima seca	1517 kg/m ³	1684 kg/m ³	1728 kg/m ³	1740 kg/m ³
CBR	3.05%	5.31%	8.51%	1.79%
expansión	2.96 %	2.26 %	1.42 %	3.65 %

Fuente: elaboración propio



De lo analizado anteriormente, si bien es cierto que el este aceite lubricante reciclado de motor, en general, aumenta las propiedades físico mecánicas de los suelos hasta un cierto punto; Lo cual se puede utilizar óptimamente en la estabilización se suelos para carreteras en un rango apropiado, en vista de que el suelo se vuelve inerte, hay un mayor efecto de compactibilidad.

Como nos muestras la **tabla 16** para la estabilización con el aceite lubricante reciclado es favorable en porcentajes menores al 4% ya que se encuentra los resultados del CBR a 8.51% con una densidad máxima de 1728 kg/m³, el contenido de humedad óptimo de 15.45% y la expansión a un 1.42% con los cuales las resistencias del suelo son favorables.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Discusión

1. La densidad máxima seca del suelo en el estado natural fue de 1726.15 kg/m³ para un contenido de humedad 11.85%.

Al adicionar el aceite lubricante reciclado en 2%, 4% y 6% se encontraron la máxima densidad seca de 1599.80 kg/m³, 1641.60 kg/m³ y 1653.00 kg/m³ el contenido de humedad de 11.40%, 15.45% y 14.77% respectivamente.

Esto indica que al adicionar el aceite lubricante reciclado mejorar la sub rasante y la capacidad portante aumenta favorablemente.

Con respecto (Reyes Ortiz, Porras, & Rodríguez A.) Citado como antecedente internacional, indica que incrementos de densidad máxima para el ensayo de proctor estándar oscilan entre 1.25% y 6.0% y entre 0.5% y 8.25% para el ensayo de proctor modificado. Los mayores incrementos de densidad máxima para el ensayo de proctor estándar y proctor modificado se encuentran en las combinaciones de 75% de agua y 25% de aceite y 50% de agua y 50% de aceite, respectivamente.

Al respecto, (Gutiérrez Montes , 2010) citado como antecedente nacional, indica que al adicionar 3%, 4% y 5% de Bischofita la densidad máxima seca se incrementa alcanzando un valor de 2.26 gr/cm³, 2.30 gr/cm³ y 2.33 gr/cm³.y el contenido de humedad se incrementa alcanzando un valor de 4.10%,4.40% y 5.45%.

Como se puede observar los resultados obtenidos son consistentes con los resultados de los antecedentes; por lo cual se declara objetivo logrado.

2. El CBR del suelo en el estado natural fue de 3.05%, para una especificación de 95% exigido para bajo volumen de tránsito.

Al adicionar 2% de aceite lubricante reciclado, el CBR del suelo de la sub rasante fue de 5.31%; mientras que para una adición de 4% de aceite lubricante reciclado el CBR fue de 8.51%; finalmente, al adicionar un 6% de aceite lubricante reciclado el CBR fue de 1.79%. Todo ello para una especificación de 95% exigido para bajo volumen de tránsito.

El mayor CBR (8.51%) se obtiene con el 4% de aceite lubricante reciclado, considerándose esta como la óptima.

Al respecto (Roldan De Paz, 2010) citado como antecedente internacional, indica que al adicionar ciertos porcentajes en cantidades de 2% y 4% de cloruro de sodio (NaCl) el CBR aumenta. Al agregar más del 4% de NaCl, el porcentaje de CBR continúa disminuyendo, lo que indica que el contenido de cloruro de sodio afecta de forma negativa el porcentaje de CBR en la muestra, a pesar de tener un leve aumento con porcentajes entre el 2 y el 4% de NaCl.

Para la resistencia mecánica calculada a partir de los ensayos de C.B.R. de laboratorio, se determinó que, para las bases tipo B, en combinaciones de 25%, 50% y 100% de aceite, existe un descenso de la resistencia mecánica, así como para la base tipo C en la combinación 50% de agua y 50% de aceite. La resistencia mecánica máxima se encuentra en las muestras de base tipo A, con incrementos entre el 47% y 62%.

Como se puede observar los resultados obtenidos son consistentes con los resultados de los antecedentes; por lo cual se declara objetivo logrado.

3. La expansión del suelo en el estado natural a los 12, 25 y 56 alcanzo valores de: 4.13%, 2.58% y 2.17%.

Al adicionar 2% de aceite lubricante reciclado la expansión a los 2, 25 y 56 alcanzo valores de: 2.72%, 2.28% y 1.79%. En seguida para una adición de 4%

de aceite reciclado la expansión a los 12, 25 y 56 alcanzo valores de: 2.72%, 1.16 % y 0.54%. Finalmente, al adicionar un 6% de aceite lubricante reciclado a los 12, 25 y 56 alcanzo valores de: 4.02 %, 3.38 % y 2.82 %. Esto indica que al adicionar el aceite lubricante reciclado al 4% de AR mejora la sub rasante.

Al respecto autor (Garay, 2017), citado como antecedente nacional, indica que al adicionar las proporciones de bolsas de polietileno fundido en forma de líquido: 2%, 4%, 6%, 8% y 10% su expansión varia de 0.98% a 1.02%

Como se puede observar los resultados obtenidos son consistentes con los resultados de los antecedentes; por lo cual se declara objetivo logrado.

3.2. CONCLUSIONES

1. Se observa que, en las características de compactación de los suelos, la densidad seca máxima aumenta sin embargo la humedad óptima de compactación también aumenta con el incremento de aceite lubricante reciclado no mayores al 4%.
2. Para determinar la estabilidad de la sub rasante con los aceites lubricantes reciclados se realizaron tres ensayos de diferentes porcentajes que son 2%, 4%, y 6% el cual los resultados fueron favorables para poder estabilizar la sub rasante: el CBR del suelo en el estado natural fue de 3.05%. Al adicionar 4% de aceite lubricante reciclado, el CBR fue de 8.51%, siendo este el punto óptimo. Todo ello al 95% exigido por las normas de carreteras de bajo volumen de tránsito.
3. la expansión del suelo en el estado natural fue 2.95%. Al adicionar el agente estabilizados al 2% la expansión disminuye al 2.26%. En seguida para una adición de 4% se reduce aún más al 1.47%. Finalmente, al adicionar un 6% del agente estabilizador se incrementa al 3.40%. estos resultados permiten concluir que al adicionar el aceite lubricante reciclado al 4% es la mejor alternativa para controlar la expansión en este tipo de suelos.
4. La estabilización de la subrasante con aceite reciclado produce diferentes comportamientos en las características de los suelos, en algunos casos son desfavorables cuando el contenido de aceite lubricante reciclado en la muestra de suelo es demasiado alto. Sin embargo, en porcentajes pequeños de aceite lubricante reciclado los resultados pueden ser favorables, ya que mejora las propiedades mecánicas en los suelos.

4.3 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear el aceite lubricante reciclado como parte del contenido de agua, por lo que los contenidos de humedad no deben superar el 17.11%; siendo la óptima de 15.45%.
2. El aceite lubricante reciclado es recomendable para mejorar el CBR de la subrasante de baja capacidad de soporte hasta un máximo de 4% en volumen del suelo, porque es el porcentaje óptimo
3. Es recomendable el uso de aceites lubricante reciclados para detener el hinchamiento del suelo en cantidades pequeñas y también para las épocas de estiaje que presente polvareda como producto de la capa superficial de la vía.
4. Finalmente se recomienda investigar el comportamiento de distintos tipos de suelos frente a la adición de aceites lubricante reciclados

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alvarez Pabón, J. A. (2006). Mejoramiento de la sub rasante. En J. A. Alvarez Pabón, *Mejoramiento de la sub rasante*. Colombia: ICPC.
- Camacho Tauta, J., Reyes Ortiz, Ó., & Mayorga Antolínez, C. (2008). *Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado*.
- Gutiérrez Montes , C. A. (2010). *Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio*. Lima.
- Arner, A., Barberan, R., & Mur, J. (2006). La política de gestion de residuos: Los aceites usados. *Revista de Economía Aplicada Número 42 (vol. XIV)*, 81-100.
- Bañon Blazquez, I., & Bevia Garccia, J. F. (2010). *Manual de Carreteras 2do volumen*.
- Braja M, D. (2001). *Principios de Ingenieria de cimentaciones*. mexico: International Thomson.
- Braja M., D. (1985). *Fundamentos de Ingenieria Geotecnia*. Sacramento California.
- Cardenas Villamizar, D. C. (2017). *Evaluación de la resistencia mecánica de mezclas asfálticas elaboradas con asfalto modificado con aceites lubricantes usados (Universidad Nacional de Colombia)*. Manizales Caldas, Colombia.
- Castro León, E. (2016). *Teoría y práctica de la investigación científica*. Huancayo. comunicaciones, M. d. (s.f.). *Manual de ensayo de materiales (EM-2000)*. Lima: ICG.
- Crespo Villalaz, C. (1980). *Mecanica de suelos y cimentaciones*. En C. Crespo Villalaz, *Mecanica de suelos y cimentaciones* (pág. 46). Mexico: Noriega.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecanica de Suelos y Cimentaciones 5ta edicion*. mexico: Lumisa S.A.
- Dal-re Tenreiro, R. (2001). *Caminos Rurales proyectos y construcción 3ra edicion* . Ediciones Mundi Prensa.
- Escobar Araujo, C. A. (2009). *Producción de Agregados Reciclados para la Construcción*. Mexico.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.

- Huisa Huahuasoncco, E. W. (2015). *Manejo de los Residuos de la Construcción y Demoliciones para su Reciclado y Empleo en Construcciones de Vías de la Ciudad de Juliaca*. Juliaca.
- Joseph E. Bowles. (1981). *Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería civil*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Martínez Perez , F. (2002). *La Tribología-Ciencias y técnicas para el mantenimiento*. mexico: limusa s.a.
- Mejia Mejia, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Lima: San Marcos.
- Menendez Acurio, J. R. (2009). *Ingeniería de Pavimentos " Materiales, Diseño y Conservación"* 1ra edición. lima: fondo editorial ICG.
- Ministerio de Transportes , y. (2013). *Manual de Carreteras-suelos,geología, geotecnia y pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Transportes , y. (2013). *Manual de Carreteras-suelos,geología, geotecnia y pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, D. G. (2013). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. . Lima.
- Ministerio, T. (2013). *Manual de ensayos de materiales*. Lima: ICG.
- Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa* . Colombia.
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carretera*. Bogota DC: Agora editores.
- MTC. (2005). *Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito*. Lima.
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de materiales* . Lima.
- MTC, E. (2000). *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. lima: instituto de la construcción y gerencia.
- MTC, E. (s.f.). *Análisis granulométrico de suelos por tamizado*. ICG.
- Norma Chilena NCH, 2. (s.f.). *Terminología sobre lubricantes*. Chile.
- Oseda. (2011).
- Oseda Gago, D., Chenet Zuta, M., Hurtado Tiza, D., Chávez Epiquén, A., Patiño Rivera, A., & Oseda Lazo, M. (2015). *Metodología de la Investigación*. Lima: Pirámide.

- Perez Callante, R. d. (2012). *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos*. lima.
- Perez Casado, D. (2012). *Puesta en marcha y regulación de instalaciones frigoríficas*. Malaga : IC Editorial.
- Reyes Ortiz, O. (1997). *Uso de aceite quemado para estabilizar bases y subbases granulares*. Uniandes.
- Rolando De La Paz, J. (2010). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio (nacl) para bases y sub bases*. guatemala.
- Roldan De Paz, J. (2010). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio (nacl) para bases y sub bases (UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA)*. guatemala.
- Ruiz Bolivar, C. (2005). *Programa Interinstitucional en Educacion*. Bolivia: UPEL/PIDE.
- Sabino, C. (1996). *El proceso de investigación*. Argentina.
- Valderrama Mendosa, S. (2017). *Pasos psrs elaborar proyectos y tesis de investigacion cientifica* . Lima: San Marcos.
- Valle Áreas, W. A. (2010). *Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos (La Universidad Politécnica De Madrid)*. madrid.
- W.C. , G. (1992). *Lubricant Additive Chemistry*. EE.UU.: Lubrizol Additive Company, Lubrizol Corporation.

ANEXO 1: Matriz de consistencia

TITULO: Estabilización de subrasante mediante el uso de aceite reciclado en carreteras, Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018

AUTOR: bachiller Mary Tuscano Pérez

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	ESCALA	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Qué efecto genera el uso de aceite lubricante reciclado en la estabilización de subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el efecto que genera el uso de aceite lubricante reciclado en la estabilización de subrasante de la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>El efecto que genera el uso de aceite lubricante reciclado en la estabilización de subrasante es significativo en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018</p>	<p>VD:</p> <p>Estabilización de subrasante</p>	<p>D1: densidad seca y contenido de humedad</p> <p>D2: CBR</p>	<p>I1: 2% I2: 4% I3: 6%</p> <p>I1: 2% I2: 4% I3: 6%</p>			<p>Método:</p> <p>Método científico</p> <p>Tipo:</p> <p>aplicativa</p> <p>Nivel:</p> <p>explicativo</p> <p>Diseño:</p> <p>Diseño experimental</p> <p>Población:</p> <p>estará determinada por la Carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018</p> <p>Muestra:</p> <p>la muestra está conformada por la Carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018</p> <p>Técnica:</p> <p>Observación directa</p> <p>Instrumento:</p> <p>Ficha de recopilación de datos</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>¿Cuál es el efecto del uso de aceite lubricante reciclado en la densidad seca y contenido de humedad de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018?</p> <p>¿Cuánto es la influencia del aceite lubricante reciclado en el CBR de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018?</p> <p>¿Cómo incide el uso de aceite lubricante reciclado en la expansión de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018?</p>	<p>OBJETTIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Estudiar el efecto del uso de aceite lubricante reciclado en densidad seca y contenido de humedad de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018</p> <p>Analizar la influencia del aceite lubricante reciclado en el CBR de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018</p> <p>Calcular la incidencia del uso de aceite lubricante reciclado en la expansión de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICOS</p> <p>El aceite lubricante reciclado interviene significativamente en la densidad seca y contenido de humedad de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018</p> <p>El aceite lubricante reciclado influye significativamente en el CBR de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo en el año 2018</p> <p>El aceite lubricante reciclado incide significativamente en la expansión de la subrasante en la carretera Circuito cruz de paz Palian-Huancayo 2018</p>	<p>VI: Aceite lubricante reciclado</p>	<p>D3: expansión</p> <p>D1: Viscosidad</p> <p>D2: densidad</p> <p>D3: Dosificación</p>	<p>I1: 2% I2: 4% I3: 6%</p> <p>I1: temperatura I2: absoluta I3: dinámica</p> <p>I1: temperatura I2: relativa I3: absoluta</p> <p>I1: 2% I2: 4% I3: 6%</p>	(No aplica)	(No aplica)	

ANEXO 2: Matriz de operacionalidad de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
VD: Estabilización de subrasante	(Ministerio de Transportes , 2013) Es la capa superior del terreno natural, que soportará la estructura del pavimento o afirmado, que deberán resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito.	La variable estabilización de subrasante para su mejor comprensión se ha dividido en dimensiones (CBR, resistencia al corte, hinchamiento); a su vez todas estas dimensiones se dividieron en 3 indicadores.	D1: Densidad seca y contenido de humedad	I1: 2% I2: 4% I3: 6%	Ficha de información de datos	Valor
			D2: CBR	I1: 2% I2: 4% I3: 6%	Ficha de información de datos	Valor
			D3: Expansión	I1: 2% I2: 4% I3: 6%	Ficha de información de datos	Valor
VI: aceites lubricante reciclados	(Norma Chilena NCH) Define a los aceites usados como cualquier aceite que ha sido colocado en una pieza de equipo (por ejemplo, motores, caja de engranajes, transformador eléctrico, turbina, etc.) Haya estado este en operación o no.	La variable aceites reciclados para su mejor comprensión se ha dividido en dimensiones (viscosidad de aceite reciclado, densidad de aceite reciclado, dosificación de aceite reciclado); a su vez todas estas dimensiones se dividieron en 3 indicadores.	D1: Viscosidad	I1: temperatura I2: absoluta I3: dinámica	Ficha de información de datos	Valor
			D2: Densidad	I1: temperatura I2: relativa I3: absoluta	Ficha de información de datos	Valor
			D3: Dosificación	I1: Alta I2: Media I3: Baja	Ficha de información de datos	Valor

ANEXO 3: Certificado de laboratorio



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES
ESTUDIA Y CONSTRUYE
 RUC: 20600057775
 DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

HUMEDAD NATURAL DE LOS MATERIALES
MTC E-108

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUB RASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE RECICLADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ PALIAN EL TAMBO HUANCAYO
SOLICITA: BACH, MARY TUSCANO PEREZ
UBICACIÓN: DISTRITO DE EL TAMBO- PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN
MUESTRA: ESTADO NATURAL

DESCRIPCION	MUESTRA PROPORCIONADA	
	MATERIAL NATURAL	
No. Recipiente	12	15
Peso s. Hum+Recip.	86.73	70.56
Peso s. seco + Recip	74.70	59.69
Agua	12.03	10.87
Peso de Recipiente	26.39	15.45
Peso suelo seco	48.31	44.24
% de Humedad	24.90	24.57
% de Humedad Promedio	24.74	


MACEDONIO P. RAMOS CARDENAS
 ING. CIP. 36458 ESPECIALISTA
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y
 ESTUDIOS ESPECIALES

Ingeniero Responsable


Cesar A. B...
 LABORATORISTA DE SUELOS Y
 MATERIALES

Técnico Responsable



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 20600057775
DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

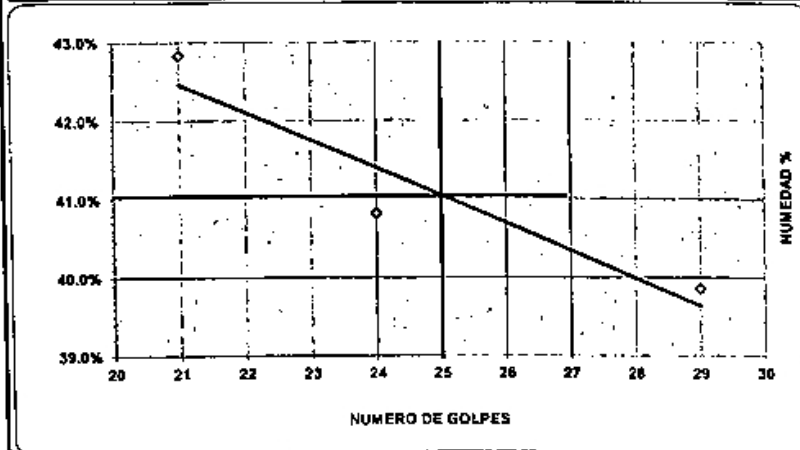
METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUB RASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE RECIKLADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ PALIAN EL TAMBO HUANCAYO
SOLICITA : BACH. MARY TUSCAND PEREZ
UBICACIÓN : DISTRITO DE EL TAMBO- PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN
MUESTRA : ESTADO NATURAL

TECNICO : CESAR A. BRAVO HUATUCO
FECHA: 30/05/2018

N° de Golpes	Cápsula N°	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
29	020	15.10	35.10	29.40	5.70	14.30	39.66%
24	018	15.90	36.60	30.60	6.00	14.70	40.82%
21	017	17.20	40.21	33.31	6.90	16.11	42.83%
LP	001	9.20	12.70	12.00	0.70	2.60	26.00%
LP	003	6.50	12.20	11.04	1.16	4.54	25.55%



$$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$$

W_n = Contenido de humedad a numero de golpes

N = N° de golpes

$$IP = LL - LP$$

LL = Limite liquido

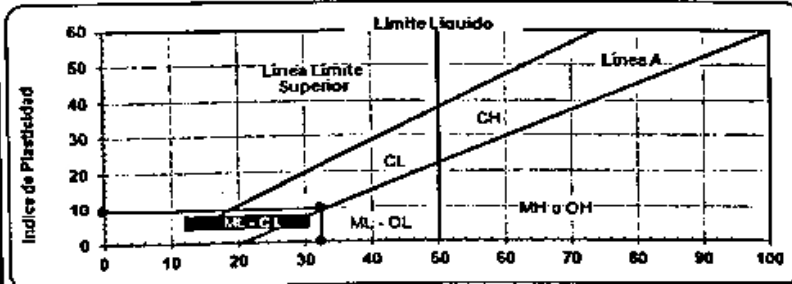
LP = Limite plástico

IP = Índice de Consistencia

$$LL = 41.05\%$$

$$LP = 25.28\%$$

$$IP = 15.77\%$$



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

Macedonio P. Ramos Cardenas
MACEDONIO P. RAMOS CÁRDENAS
ING. CIP. 36458 ESPECIALISTA
EN MECÁNICA DE SUELOS Y
ESTUDIOS ESPECIALES

Cesar A. Bravo Huatuco
Cesar A. Bravo Huatuco
LABORATORISTA DE SUELOS Y
MATERIALES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES
ESTUDIA Y CONSTRUYE

RUC: 20600057775
DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN



METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD
PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557

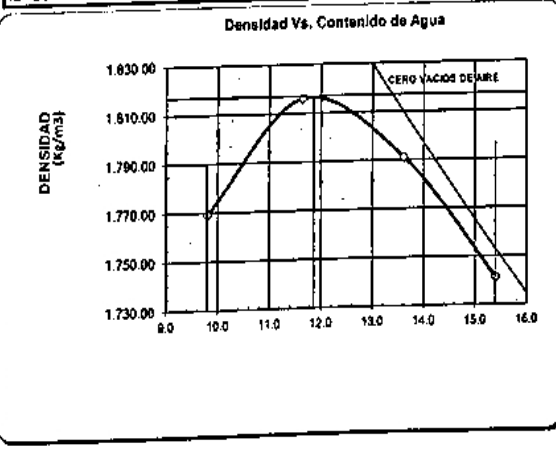
PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUB RASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE RECICLADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ PALIAN EL TAMBO HUANCAYO

SOLICITA: BACH. MARY TUSCANO PEREZ

UBICACIÓN: DISTRITO DE EL TAMBO- PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN

MUESTRA: ESTADO NATURAL TECNICO CESAR A. BRAVO HUATUCO

Datos del Molde								
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen		
1	1758.00					841.55		
Ensayo N°								
DESCRIPCION	Punto. 1		Punto. 2		Punto. 3		Punto. 4	
	8%		10%		12%		14%	
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)								
2 - Peso del molde + Muestr. Compact. (Gr.)	3 587.00		3 687.00		3 674.00		3 650.00	
3 - Peso neto muestr. compact. (Gr.) (2-a)	1,829.00		1,908.00		1,916.00		1,892.00	
4 - Recipiente N°	021	023	022	025	018	020	005	009
5 - Peso del recipiente (Gr.)	14.60	18.40	15.90	16.10	15.40	15.10	26.61	27.14
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	63.50	63.70	66.70	63.00	62.30	61.70	103.86	106.79
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	69.20	59.60	61.30	56.10	56.70	56.10	95.29	96.18
8 - Peso del agua (Gr.) (6-7)	4.30	4.10	5.40	4.90	5.60	5.60	10.57	10.61
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-4)	44.60	41.20	45.40	43.90	41.30	41.00	66.48	69.04
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	9.64	9.95	11.89	11.40	13.56	13.66	15.44	15.37
10.1 - % Humedad al horno promedio	9.80		11.64		13.81		15.40	
10.2 - % Humedad Speedy								
11 - Densidad Húmeda (Kg/m3) (3 x Fa)	1,942.54		2,027.51		2,034.94		2,009.45	
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1 + 100))	1,759.22		1,816.03		1,791.18		1,741.27	



Maxima Densidad Seca (Kg/m3)	95 % Maxima Densidad Seca (Kg/m3)	Optimo Contenido de Humedad (%)
1817.00	1726.15	11.85%

Rango de Humedad		
Minima	Rango	Maxima
9.8%	5.6%	15.40%

Tipo de Ensayo Modificado (A) Energía compact. 55,396 ft.x lb./ft.3

Peso del Mart. (lbs) 10.0 Vol. cm3: 841.55

Altura de caída (in) 18.0 Vol. ft3: 0.03324682


No. de golpes 25 Fa: 0.00106208

Mat. tamizado por #4 Gs: 2.401


No. de capas 5

Comentarios: _____

FIRMAS AUTORIZADAS



MACEDONIO P. RAMOS CARDENA
ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA
EN MECANICA DE SUELOS
ESTUDIOS ESPECIALES



Cesar A. Bravo Huatuco
LABORATORISTA DE SUELOS Y
MATERIALES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 20600057775

DIRECCION: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCION N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUB RASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE
RECICLADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ
PALMI EL TAMBO HUANCAYO

UBICACION : EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN

SOLICITA : BACH. MARY TUSCANO PEREZ

MUESTRA : ESTADO NATURAL

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.817
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.85
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	4.21%
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	3.05%

ENSAYO CBR A 0.1" DE PENETRACION

Molde N°	3C		3B		3A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	REMOJADA		REMOJADA		REMOJADA	
Peso Molde + suelo húmedo	9523		8973		8726	
Peso del Molde gr.	4945		4730		4696	
Peso del Suelo húmedo gr.	4578		4243		3830	
Volumen del suelo cc.	2255.66		2203.8		2233.84	
Densidad humedad gr/cc	2.030		1.925		1.715	
% humedad	11.3%		11.7%		11.8%	
Densidad seco gr/cc	1.824		1.724		1.534	
Tarro N°	25	13	24	15	15	11
Tarro + suelo húmedo gr.	79.90	76.9	79.60	69.3	79.30	102.4
Tarro + suelo seco gr.	72.86	71.16	72.61	64.14	72.33	85.16
Agua	7.04	5.74	6.99	5.13	6.97	7.24
Peso del Tarro gr.	16.02	15.09	18.05	15.46	18.48	27.41
Peso del suelo seco gr.	56.84	58.07	54.56	48.68	53.85	67.75
% de humedad	12.39%	10.24%	12.81%	10.54%	12.94%	10.69%
Promedio de humedad %	11.3%		11.7%		11.8%	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
30/05/2018	13:30	24 h.	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00
31/05/2018	13:30	48 h.	3.67	3.67	2.89	2.78	2.76	2.19	2.36	2.36	1.87
01/06/2018	13:30	72 h.	4.58	4.58	3.61	3.17	3.17	2.50	2.63	2.63	2.07
02/06/2018	13:30	96 h.	5.25	5.25	4.13	3.20	3.28	2.58	2.75	2.75	2.17

PENETRACION A 0.1" = 2.54 mm

PENETRACION mm	MOLDE N° 3C			MOLDE N° 3B			MOLDE N° 3A		
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION	
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2
0.64	14	29.90		12	16.70		6	3.70	
1.27	35	44.10		22	22.70		21	6.80	
1.91	53	51.00		38	28.20		38	10.20	
2.54	72	61.90		55	33.60		54	12.60	
3.81	119	68.70		87	38.10		87	13.70	
5.08	179	77.10		124	42.30		126	14.70	
6.35	231	78.50		155	45.00		161	16.30	
7.62	276	84.40		193	48.60		199	17.10	
10.16	353	90.10		280	53.00		270	17.80	
12.70	392	95.20		342	55.70		328	19.50	

CONCEPCION P. RAMOS CARREÑAS
 ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA
 EN MECANICA DE SUELOS Y
 ESTUDIOS ESPECIALES

CECILIO A. BRAVO HERNANDEZ
 LABORATORISTA DE SUELOS Y
 MATERIALES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 20600057775

DIRECCIÓN: PSJE, VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

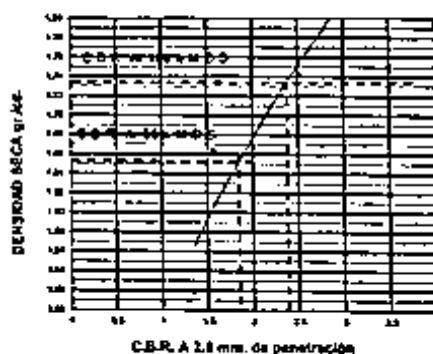
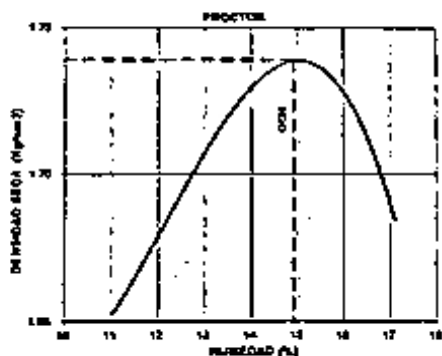
PROYECTO : ESTABLACION DE FURRERANTE MECANICO EL CERRO DE AGUITE
RECLAMADO EN CARRETERA CRUZA CRUZ DE MAY
PARTE DE TAMBOHUANCAYO

UBICACION : EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN

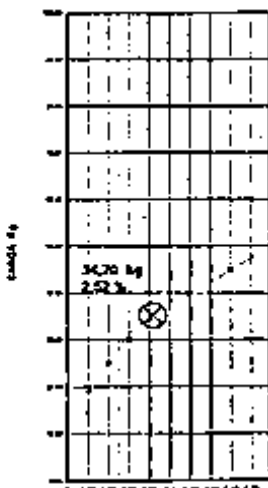
SOLICITA : BACH. MARY TERESINO PEREZ

MUESTRA : ESTADO NATURAL + 1 % DE AGUITE

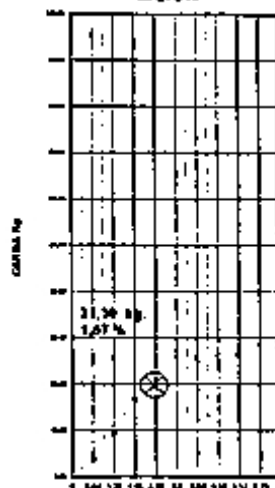
METODO DE COMPACTACION		A
MAXIMA DENSIDAD SECA (g./cc.)		1.740
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.77
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)		2.34%
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)		1.79%



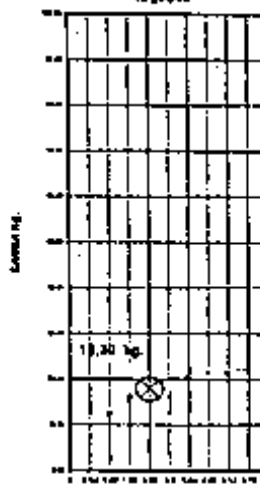
C.B.R. = 2.57% M.D.S. = 1.742 g./cc. a 20 golpes



C.B.R. = 1.57% M.D.S. = 1.684 g./cc. a 25 golpes



C.B.R. = 1.35% M.D.S. = 1.520 g./cc. a 12 golpes

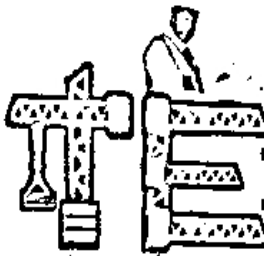


PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: C.B.R. AL 100% DE M.D.S. A 0.1" DE PENETRACION = 2.34 %
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. A 0.1" DE PENETRACION = 1.79 %

ACCEDONIO P. RAMOS CARDENAS
 ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA
 EN MECANICA DE SUELOS Y
 MATERIALES

Cesar A. Bravo Huatuco
 LABORATORISTA DE SUELOS Y
 MATERIALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 20600057775

DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557

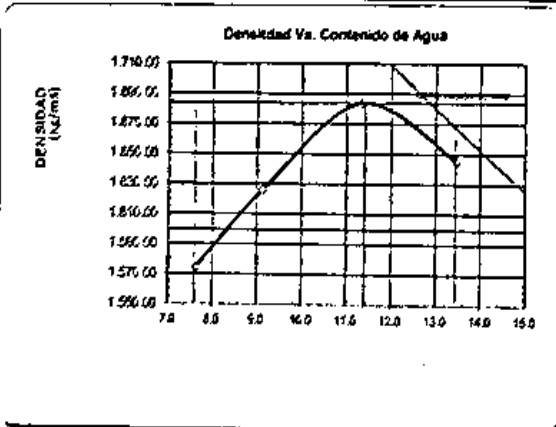
PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUELO PASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE RECICLADO EN CARPETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ PALMAN EL TAMBO HUANCAYO

SOLICITA: GACH MARY TUSLANO PEREZ

UBICACIÓN: DISTRITO DE EL TAMBO- PROVINCIA DE HUANCAYO- REGION JUNIN

MUESTRA: ESTADO NATURAL + 2 % ACEITE RECICLADO TECNICO CESAR A. BRAVO HUATUCO

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Dámetro 1	Dámetro 2	Dámetro 3	(V) Volumen
1	1752.00					641.55
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Gr.)	8%	10%	12%	14%		
2 - Peso del molde + Material Compact. (Gr.)	3.557.00	3.421.00	3.523.00	3.518.00		
3 - Peso para molde compact. (Gr.) (20g)	1.560.00	1.671.00	1.766.00	1.758.00		
4 - Pesarrete N°	022	023	027	025	014	017
5 - Peso del pesapunta (Gr.)	14.00	13.07	18.61	15.61	16.61	18.10
6 - Peso húmedo + pesapunta (Gr.)	74.51	73.73	77.47	71.85	73.29	74.80
7 - Peso seco + pesapunta (Gr.)	70.41	69.32	72.21	67.30	67.29	69.29
8 - Peso del agua (Gr.) (6-7)	4.10	4.21	5.26	4.55	6.00	5.51
9 - Peso para agua (Gr.) (17-5)	26.61	23.45	26.00	21.69	20.48	21.19
10 - % Humedad al corte (100 x 8/9)	7.36	7.88	9.46	8.50	11.89	10.78
11 - % Humedad al corte promedio	7.81	8.13	9.32	13.46		
12 - % Humedad óptima						
13 - Densidad máxima (Kg/m ³) (13 x 9)	1.864.02	1.774.73	1.874.57	1.867.13		
14 - Densidad seca al corte (11 x 10 x 100)	1.574.20	1.628.23	1.683.87	1.645.57		



Maxima Densidad Beca (Kg/m ³)	95 % Maxima Densidad Beca (Kg/m ³)	Optimo Contenido de Humedad (%)
1864.02	1569.80	11.40%

Rango de Humedad		
Minimo	Rango	Maximo
7.81%	5.9%	13.46%

Tipo de Ensayo: Modificado (A) Energía compact.

Peso del Mart. (lbs) 10.0 58.750 lb x lb N 3

Altura de caída (in) 18.0 Vol cm³: 641.55

No. de golpes 25 Vol m³: 0.03248822

Mart. fabricado por: #4 Fa: 0.001062078

No. de cepas: 5 Gs: 2.15

Comentarios:

FIRMAS AUTORIZADAS

MACEDONIO P. RAMOS CARHUÉN
 ING. CIV. 35436 ESPECIALIST.
 EN MECÁNICA DE SUELOS -
 ESTUDIOS ESPECIALES

Cesar A. Bravo Huatuco
 LABORATORISTA DE SUELOS Y
 MATERIALES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 2060005775
DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUD RASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE RECICLADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ PALMIL EL TAMBO HUANCAYO UBICACIÓN : EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN SOLICITA : BACH AMARY TUSCANO PEREZ MUESTRA : ESTADO NATURAL + 2% DE ACEITE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">METODO DE COMPACTACION</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1.684</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td></td> <td style="text-align: center;">11.40</td> </tr> <tr> <td>CBR AL 100% DE MDS (%)</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7.47%</td> </tr> <tr> <td>CBR AL 95% DE MDS (%)</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5.31%</td> </tr> </table>	METODO DE COMPACTACION		A	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)		1.684	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.40	CBR AL 100% DE MDS (%)		7.47%	CBR AL 95% DE MDS (%)		5.31%
METODO DE COMPACTACION		A														
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)		1.684														
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.40														
CBR AL 100% DE MDS (%)		7.47%														
CBR AL 95% DE MDS (%)		5.31%														

ENSAYO CBR A 0.1" DE PENETRACION

Molde N°	3C		3B		3A	
	58		25		12	
Gotpes por Caps N°	58		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	REMOJADA		REMOJADA		REMOJADA	
Peso Molde - suelo húmedo	8997		8549		8093	
Peso del Molde	4762		4958		4762	
Peso del Suelo húmedo	4235		3591		3331	
Volumen del suelo	2255.66		2203.8		2233.64	
Densidad humedad	1.877		1.629		1.491	
% humedad	11.3%		11.2%		11.2%	
Densidad seco	1.686		1.465		1.341	
Tarro N°	07	15	29	30	12	32
Tarro - suelo húmedo	107.11	99.31	89.34	115.94	100.36	81.13
Tarro - suelo seco	98.61	91.15	82.30	105.92	92.82	74.78
Agua	8.5	8.16	7.04	10.02	7.54	8.35
Peso del Tarro	26.88	15.46	18.00	18.07	26.43	16.84
Peso del suelo seco	71.73	75.69	64.24	87.85	66.39	57.94
% de humedad	11.85%	10.78%	10.96%	11.41%	11.36%	10.96%
Promedio de humedad	11.3%		11.2%		11.2%	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
05/06/2018	13:30	24 h.	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00
06/06/2018	13:30	48 h.	2.67	2.67	2.10	2.80	2.80	2.20	2.18	2.18	1.72
07/06/2018	13:30	72 h.	3.18	3.18	2.50	2.85	2.85	2.24	2.23	2.23	1.76
08/06/2018	13:30	96 h.	3.45	3.45	2.72	2.89	2.89	2.28	2.27	2.27	1.79

PENETRACION A 0.1" = 2.54 mm

PENETRACION mm	MOLDE N° 3C				MOLDE N° 3B				MOLDE N° 3A			
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION	
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2			
0.84	14	45.50		12	16.80		6	4.60				
1.27	35	84.40		22	22.50		21	8.50				
1.91	53	88.80		38	26.30		38	13.90				
2.54	72	104.40		55	30.80		54	17.70				
3.81	119	120.50		87	36.70		87	20.40				
5.08	179	137.60		124	41.40		128	23.20				
6.35	231	148.10		156	43.30		161	25.40				
7.62	276	158.20		193	46.20		199	27.10				
10.16	353	172.90		280	47.30		270	29.10				
12.70	392	179.20		342	53.40		328	30.20				

MACEDONIO P. RAMOS CARDENAS
 ING. CIVIL, TEGASS ESPECIALISTA
 EN MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

Cesar A. Diago Huilaco
 LABORATORISTA DE SUELOS Y MATERIALES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

ESTUDIA Y CONSTRUYE

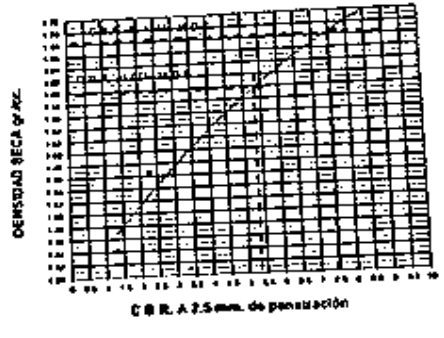
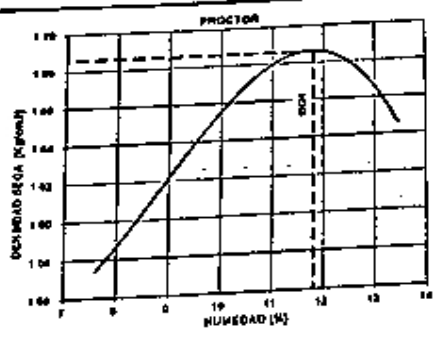


RUC: 20600057775

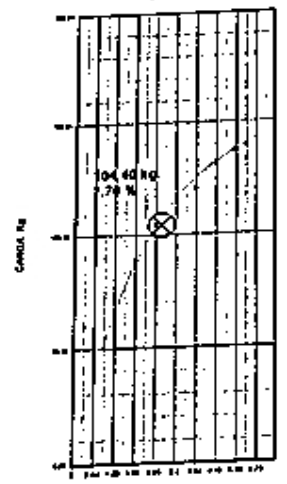
DIRECCION: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCION N° 005-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

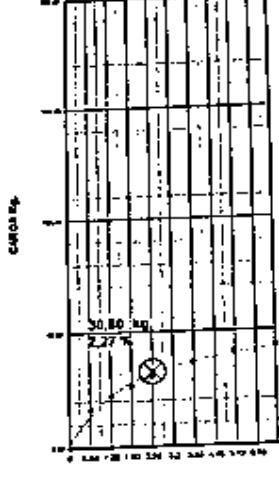
PROYECTO	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE	METODO DE COMPACTACION	A
	RECIPIADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.684
UBICACION	EL TAMBO - HUANCAYO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.40
	EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN	C.B.R. AL 100% DE M.D.S (%)	7.47%
SOLICITA	DACH MARY TUSCANO PEREZ	C.B.R. AL 95% DE M.D.S (%)	5.31%
MUESTRA	ESTADO NATURAL + 3% DE ACEITE		



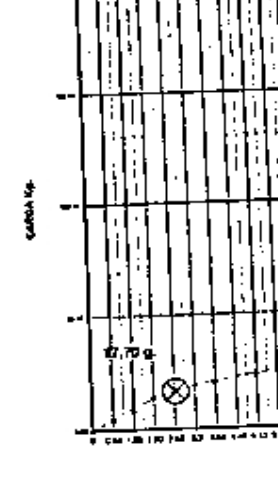
C.B.R. = 7.70 % M.D.S. = 1.685 gr./cm³ 25 golpes



C.B.R. = 2.27 % M.D.S. = 1.465 gr./cm³ 25 golpes



C.B.R. = 1.31 % M.D.S. = 1.341 gr./cm³ 12 golpes

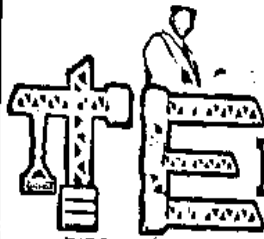


PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: C.B.R. AL 100% DE M.D.S. A 0.1" DE PENETRACION = 7.47%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. A 0.1" DE PENETRACION = 5.31%

[Signature]
MACEDONIO P. RAMOS CARDENAS
 ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA
 EN MECANICA DE SUELOS Y
 ESTUDIOS ESPECIALES

[Signature]
Cesar A. ...
 LABORATORISTA DE SUELOS Y
 MECANICA DE SUELOS
 TEC. LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 20600057775

DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557

PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUB BASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE RECICLADO EN CARRIL TERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ PALMAN

EL TAMBO HUANCAYO

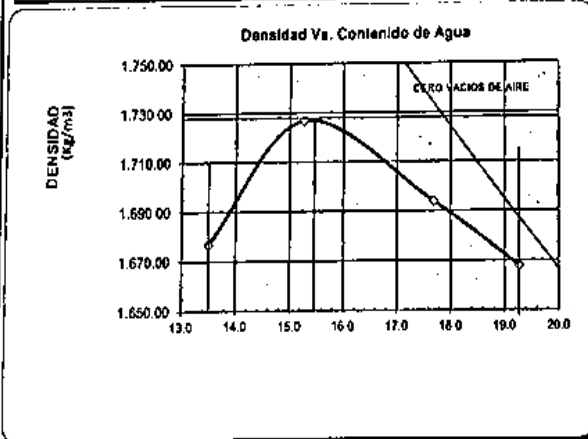
SOLICITA BACH MARY TUSCANO PEREZ

UBICACION DISTRITO DE EL TAMBO-PROVINCIA DE HUANCAYO-REGION JUNIN

CALICATA ESTADO NATURAL + 4% ACEITE RECICLADO

TECNICO CESAR A. BRAVO HUATUCO

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	1758.00					941.55
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1	Punto. 2	Punto. 3	Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	12%	14%	16%	18%		
2 - Peso del molde + Aluest. Compac. (Gr.)	3,550.00	3,632.00	3,635.00	3,631.00		
3 - Peso neto muestr. compact. (Gr.) (2-a)	1,702.00	1,874.00	1,877.00	1,873.00		
4 - Recipiente N°	013	014	022	023	020	029
5 - Peso del recipiente (Gr.)	15.10	14.74	15.37	14.61	14.60	15.08
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	76.77	76.65	71.00	70.30	71.33	71.80
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	69.28	69.02	63.66	62.98	62.88	63.27
8 - Peso del agua (Gr.) (6-7)	7.49	7.23	7.34	7.41	0.45	8.61
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	54.18	54.06	48.29	48.37	48.28	48.19
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	13.82	13.17	16.20	15.32	17.50	17.87
10.1 - % Humedad al horno promedio	13.50		15.26		17.68	
10.2 - % Humedad Speedy	13.50		15.26		17.68	
11 - Densidad Húmeda (Kg/m3) (3 x Fa)	1,003.24	1,090.34	1,993.52	1,989.27		
12 - Densidad seca al horno (13 (10.1+100))	1,876.88	1,728.83	1,683.98	1,667.81		



Maxima Densidad Seca (Kg/m3)	95 % Maxima Densidad Seca (Kg/m3)	Optimo Contenido de Humedad (%)
1728.00	1641.60	15.45%

Rango de Humedad		
Minimo	Rango	Maximo
13.5%	5.6%	19.27%

Tipo de Ensayo	Modificado (A)	Energía compact
Peso del Mart. (Rb)	10.0	56.396 lb x lb.ft.3
Altura de caída (In)	16.0	Vol. cm3: 941.55
No. de golpes	25	Vol. ft3: 0.03324582
Mal. tamizado por	#4	Fa: 0.00106208
No. de cepas	5	Gs: 2.600

Coments :

FIRMAS AUTORIZADAS

Macedonio Ramos Cardenas
MACEDONIO RAMOS CARDENAS
 ING. CIP. 36435 ESPECIALISTA
 EN MECÁNICA DE SUELOS Y
 ESTUDIOS ESPECIALES

Cesar A. Bravo Huatuco
Cesar A. Bravo Huatuco
 LABORATORISTA DE SUELOS Y
 MATERIALES



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES**
ESTUDIA Y CONSTRUYE

RUC: 20600057775
DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN



PROYECTO	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE	METODO DE COMPACTACIÓN	A
	RECICLADO EN CARRETERA CIRCUNTO CIUDAD DE PAZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)	1.728
UBICACIÓN	PALMAY EL TAMBO HUANCAYO	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.45
	EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	13.97%
SOLICITA	BACH. MAY TURCAND PÉREZ	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.51%
MUESTRA	ESTADO NATURAL + 4% DE ACEITE		

ENSAYO CBR A 0.1" DE PENETRACION

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	REMOJADA		REMOJADA		REMOJADA	
Peso Molde + suelo húmedo	9201		8974		8829	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4448		4071		4065	
Volumen del suelo cc.	2226		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	1.998		1.841		1.797	
% humedad	15.5%		15.3%		15.3%	
Densidad seca gr/cc	1.730		1.596		1.558	
Tarro N°	06	04	09	02	07	5
Tarro + suelo húmedo gr.	103.3	104.89	101.44	89.4	82.05	94.6
Tarro + suelo seco gr.	82.99	94.28	81.4	89.97	83.54	85.42
Agua	10.31	10.61	10.04	9.43	8.51	9.15
Peso del Tarro gr.	25.83	26.43	27.18	27.28	26.89	26.82
Peso del suelo seco gr.	67.16	67.85	64.22	62.69	58.65	58.60
% de humedad	15.35%	15.64%	15.63%	15.04%	15.02%	15.61%
Promedio de humedad %	15.49%		15.34%		15.32%	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
13/06/2018	13:30	24 h.	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00
14/06/2018	13:30	48 h.	2.97	0.28	2.10	1.01	1.01	0.86	0.37	0.37	0.29
15/06/2018	13:30	72 h.	3.18	0.49	2.50	1.22	1.22	0.96	0.49	0.49	0.39
16/06/2018	13:30	96 h.	3.45	0.62	2.72	1.47	1.47	1.16	0.69	0.69	0.54

PENETRACION A 0.1" = 2.54 mm

PENETRACION mm	MOLDE N° 1C			MOLDE N° 1B			MOLDE N° 1A		
	Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION		Lectura DIAL	CORRECCION	
		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2		kg	kg/cm2
0.64	14	51.60		12	22.50		8	11.50	
1.27	35	81.80		22	58.20		21	23.50	
1.91	53	110.40		38	89.60		38	30.70	
2.54	72	156.10		55	124.40		54	36.30	
3.81	119	184.90		87	142.30		87	40.00	
5.08	179	216.90		124	184.50		126	44.70	
6.35	231	260.20		156	178.90		161	47.50	
7.62	276	297.80		193	192.30		199	49.80	
10.16	353	341.90		280	201.50		270	53.70	
12.70	392	371.30		342	213.60		328	55.30	

MACDONALDO RAMOS CARDENAS
ING. CIV. 36458 ESPECIALISTA
EN MECÁNICA DE SUELOS Y
ESTUDIOS ESPECIALES

Cesar A. Bravo Huatucó
LABORATORISTA DE SUELOS Y
MATERIALES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 20600057775

DIRECCIÓN: PS.JE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 005-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

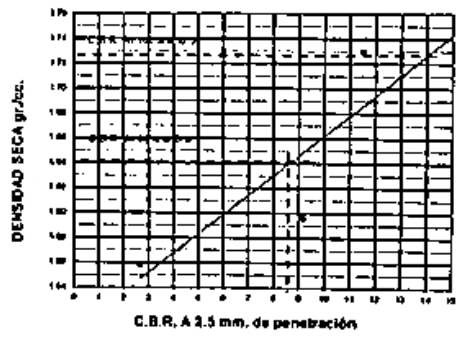
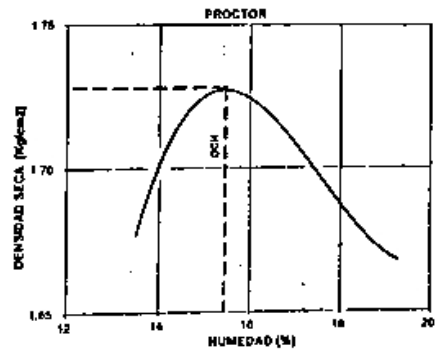
PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUB RASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE
RECICLADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ
PALIAN EL TAMBO HUANCAYO

UBICACION : EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN

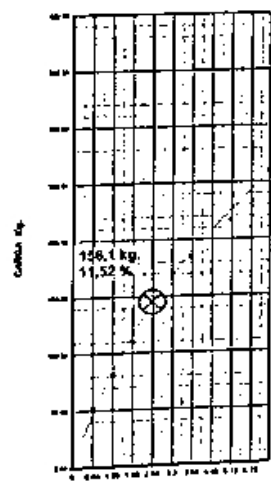
SOLICITA : BACH MARY TUSCANO PEREZ

MUESTRA : ESTADO NATURAL + 4% DE ACEITE

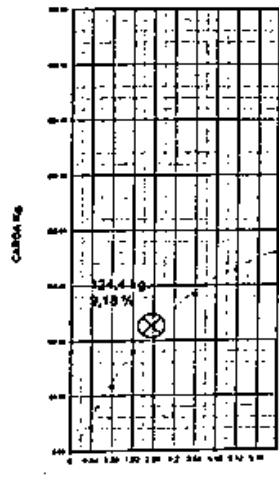
METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.728
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.45
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	13.97%
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.51%



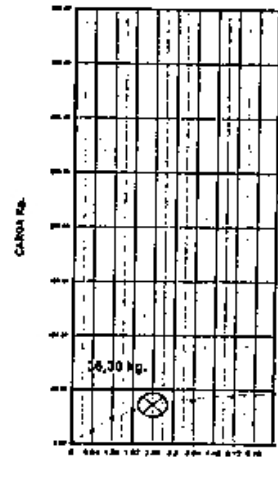
C.B.R. = 11.52% M.D.S. = 1.730 gr./cm³
88 golpes



C.B.R. = 9.18% M.D.S. = 1.586 gr./cm³
25 golpes



C.B.R. = 2.58% M.D.S. = 1.556 gr./cm³
12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: C.B.R. AL 100% DE M.D.S. A 0.1" DE PENETRACION = 13.97 %
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. A 0.1" DE PENETRACION = 8.51 %

Macedonio P. Ramos Cardenas
MACEDONIO P. RAMOS CARDENAS
ING. CIV. 36458 ESPECIALISTA
EN MECANICA DE SUELOS Y
ESTUDIOS ESPECIALES

Cesar A. Bravo Hualuco
Cesar A. Bravo Hualuco
LABORATORISTA DE SUELOS Y
MATERIALES
TEC. LABORATORISTA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES

ESTUDIA Y CONSTRUYE

RUC: 20600057775

DIRECCIÓN: PSJE, VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN



**METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD
PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557**

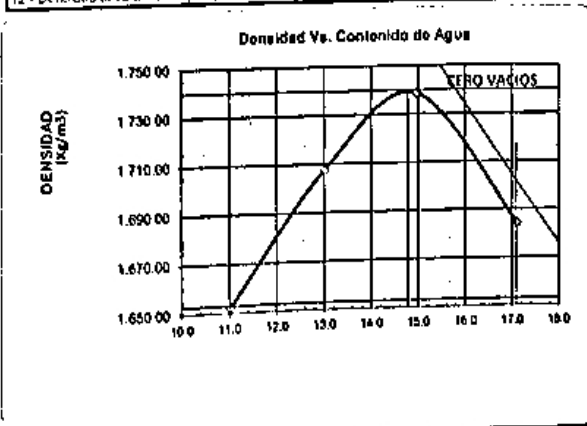
PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUB RASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE RECLADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ PALIAN
EL TAMBO HUANCAYO

SOLICITA BACH. MARY TUSCANO PEREZ

UBICACION DISTRITO DE EL TAMBO- PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN

CALICATA ESTADO NATURAL + 8 % ACEITE RECLADO **TECNICO** CESAR A. BRAVO HUATUCO

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	1758.00					941.55
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1		Punto. 2		Punto. 3	
1 - Cantidad de agua añadida (Cm ³)	10 %		12 %		14 %	
2 - Peso del molde + Muest. Compact. (Gr.)	3.455.00		3.875.00		3.640.00	
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.) (2-6)	1.727.00		1.817.00		1.682.00	
4 - Recipiente N°	019	021	023	024	027	032
5 - Peso del recipiente (Gr.)	15.79	16.47	15.08	16.14	16.02	18.85
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	72.85	72.66	72.33	71.87	70.41	70.02
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	61.32	60.85	65.97	65.52	68.16	63.77
8 - Peso del agua (Gr.) (6-7)	5.53	5.61	6.66	6.35	6.25	6.25
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	51.53	51.38	50.59	49.38	51.54	44.92
10 - % Humedad al homo (100 x 8/9)	10.73	11.31	13.16	12.86	10.01	13.91
10.1 - % Humedad al homo promedio	11.02		13.01		14.96	
10.2 - % Humedad Speedy						
11 - Densidad Húmeda (Kg/m ³) (3 x 6/9)	1.634.21		1.829.60		1.998.63	
12 - Densidad seca al homo (11 (10.1 x 100))	1.652.15		1.707.60		1.738.71	



Maxima Densidad Seca (Kg/m ³)	95 % Maxima Densidad Seca (Kg/m ³)	Optimo Contenido de Humedad (%)
1740.00	1653.00	14.77%

Rango de Humedad		
Minimo	Rango	Maximo
11.0%	6.1%	17.11%

Tipo de Ensayo Modificado (A) Energía compact.

Peso del Mart. (lbs) 10.0 56.396 lb x lb / ft³

Altura de caída (ft) 18.0 Vol. cm³: 941.55

No. de golpes 25 Vol. ft³: 0.03324662

Met. tamizado por 3/4" Fr: 0.00106206

No. de capas 5 Gs: 2.400

Comentarios: _____

FIRMAS AUTORIZADAS

Macedonio P. Ramos-Cárdenas

MACEDONIO P. RAMOS-CÁRDENAS
ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA
EN MECANICA DE SUELOS Y
ESTUDIOS ESPECIALES

Cesar A. Bravo Huatuco

Cesar A. Bravo Huatuco
LABORATORISTA DE SUELOS Y
MATERIALES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 20600057775

DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUB PASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE RECICLADO EN CARRETERA CIRCUITO CRUZ DE PAZ PALMAN EL TAMBO HUANCAYO UBICACIÓN : EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN SOLICITA : BACH MARY TUSCANO PEREZ MUESTRA : ESTADO NATURAL + 4 % DE ACEITE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)</td> <td style="text-align: center;">1.740</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td style="text-align: center;">14.77</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)</td> <td style="text-align: center;">2.34%</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)</td> <td style="text-align: center;">1.79%</td> </tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	A	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.740	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.77	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	2.34%	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	1.79%
METODO DE COMPACTACION	A										
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.740										
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.77										
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	2.34%										
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	1.79%										

ENSAYO CBR A 0.1" DE PENETRACION

Molde N°	2C		2B		2A	
	56		25		12	
	REMOJADA		REMOJADA		REMOJADA	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA						
Peso Molde -> suelo húmedo	9297		8990		8721	
Peso del Molde gr.	4792		4738		4882	
Peso del Suelo húmedo gr.	4505		4252		3839	
Volumen del suelo cc.	2256.21		2233.46		2201.96	
Densidad humedad gr/cc	1.997		1.904		1.743	
% humedad	14.6%		14.4%		14.7%	
Densidad seco gr/cc	1.742		1.664		1.520	
Tarro N°	32	25	11	08	30	17
Tarro -> suelo húmedo gr.	97.47	84.21	109.00	107.5	88.45	91.6
Tarro -> suelo seco gr.	86.9	76.08	98.01	98.19	79.61	81.59
Agua	10.57	8.13	10.99	9.31	8.84	10.01
Peso del Tarro gr.	16.87	18.5	27.44	27.72	18.08	14.64
Peso del suelo seco gr.	70.03	57.58	70.57	70.47	61.53	66.95
% de humedad	15.09%	14.12%	15.57%	13.21%	14.37%	14.95%
Promedio de humedad %	14.61%		14.39%		14.66%	

EXPANSION

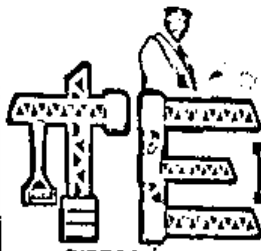
FECHA	HORA	TIEMPO	Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION		Lectura DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
09/06/2018	13:30	24 h.	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00
10/06/2018	13:30	48 h.	2.67	0.28	2.25	4.00	4.00	3.15	2.37	2.37	1.87
11/06/2018	13:30	72 h.	3.21	0.49	2.53	4.76	4.76	3.75	3.52	3.52	2.77
12/06/2018	13:30	96 h.	5.11	0.62	4.02	4.86	4.86	3.83	3.60	3.60	2.83

PENETRACION A 0.1" = 2.54 mm

PENETRACION mm	MOLDE N° 2C				MOLDE N° 2B				MOLDE N° 2A			
	Lectura DIAL	CORRECCION			Lectura DIAL	CORRECCION			Lectura DIAL	CORRECCION		
		kg	kg/cm2			kg	kg/cm2			kg	kg/cm2	
0.64	14	19.10			12	3.90			6	7.40		
1.27	35	25.10			22	9.20			21	12.50		
1.91	53	30.10			38	16.70			38	16.20		
2.54	72	34.20			55	21.30			54	18.30		
3.81	119	40.00			87	25.90			87	20.30		
5.08	179	45.00			124	26.60			126	21.40		
6.35	231	52.20			156	27.90			161	22.70		
7.62	276	55.00			193	31.50			199	23.30		
10.16	353	46.70			280	32.60			270	24.40		
12.70	392	44.70			342	34.00			328	26.20		

JACOBO P. RAMOS CARDENAS
 ING. CIV. 36456 ESPECIALISTA
 EN MECANICA DE SUELOS Y
 MATERIALES ESPECIALES

Cesar A. Bravo Huatuco
 LABORATORISTA DE SUELOS Y
 MATERIALES



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ESTUDIOS ESPECIALES ESTUDIA Y CONSTRUYE



RUC: 20600057775

DIRECCIÓN: PSJE. VIRGEN DE LA ASUNCIÓN N° 006-B-EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN

REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

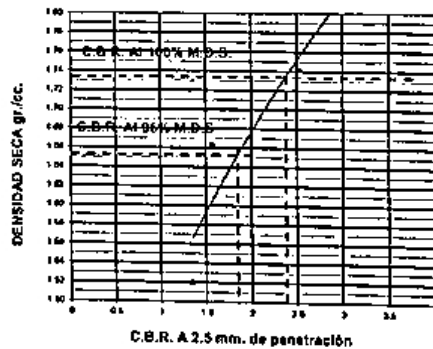
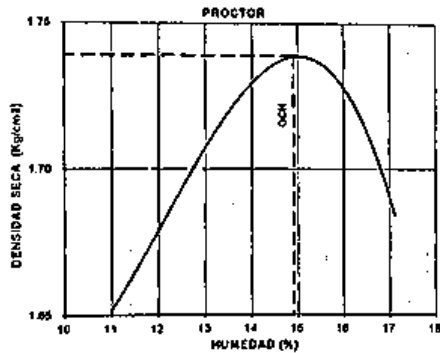
PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUB RASANTE MEDIANTE EL USO DE ACEITE
RECIKLADO EN CARRETERA CIRUNTO CRUZ DE PAZ
PALWA EL TAMBO HUANCAYO

UBICACIÓN : EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN

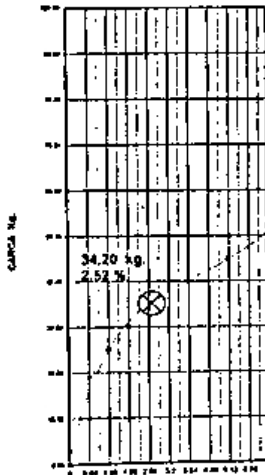
SOLICITA : BACH MARY TUSCANO PEREZ

MUESTRA : ESTADO NATURAL + 4 % DE ACEITE

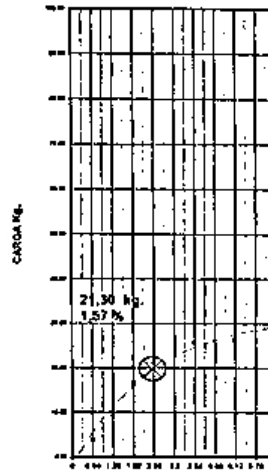
METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.740
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.77
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	2.34%
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	1.79%



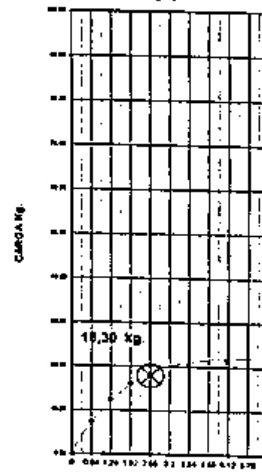
C.B.R. = 2.52% M.D.S. = 1,742 grs./cm³.
24 golpes



C.B.R. = 1.57% M.D.S. = 1,664 grs./cm³.
25 golpes



C.B.R. = 1.35% M.D.S. = 1,520 grs./cm³.
12 golpes

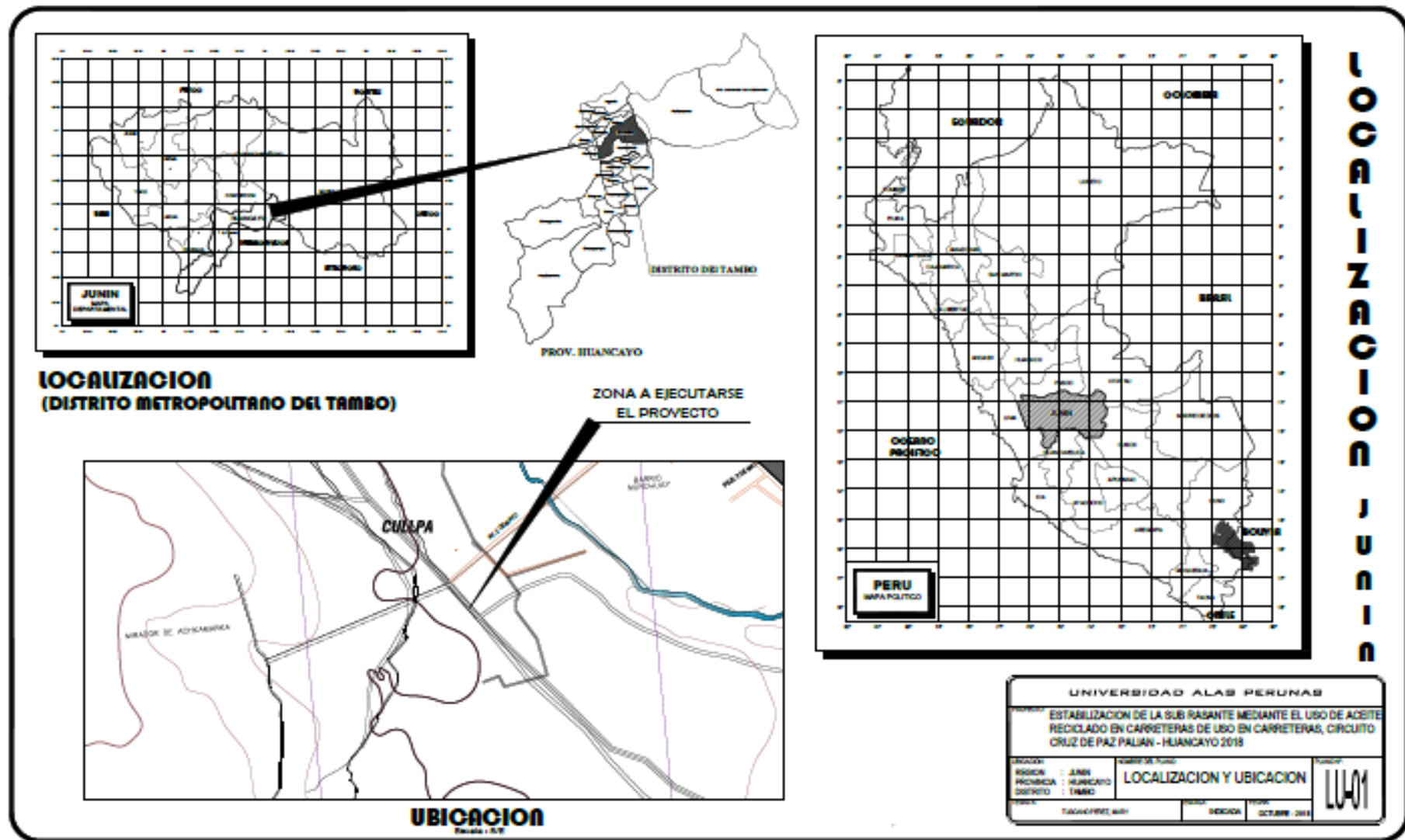


OBSERVACIONES: C.B.R. AL 100% DE M.D.S. A 0.1" DE PENETRACION = 2.34 %
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. A 0.1" DE PENETRACION = 1.79 %

Macedonio P. Ramos Cárdenas
ING. CIP. 36456 ESPECIALISTA
EN MECANICA DE SUELOS Y
ESTUDIOS ESPECIALES

Cesar A. Bravo Huatuco
LABORATORISTA DE SUELOS Y
MATERIALES

ANEXO 4: Planos (generales y específicos)



ANEXO 5: Registros fotográficos.



Figura 8: Calicata 1.50m

Fuente: Elaboración propia



Figura: lavado de material para la granulometría

Fuente: Elaboración propia



Figura 9: Tamizado para la granulometría

Fuente: Elaboración propia



Figura 10: límites líquidos y limite plásticos

Fuente: Elaboración propia



Figura 11: limite plásticos
Fuente: Elaboración propia

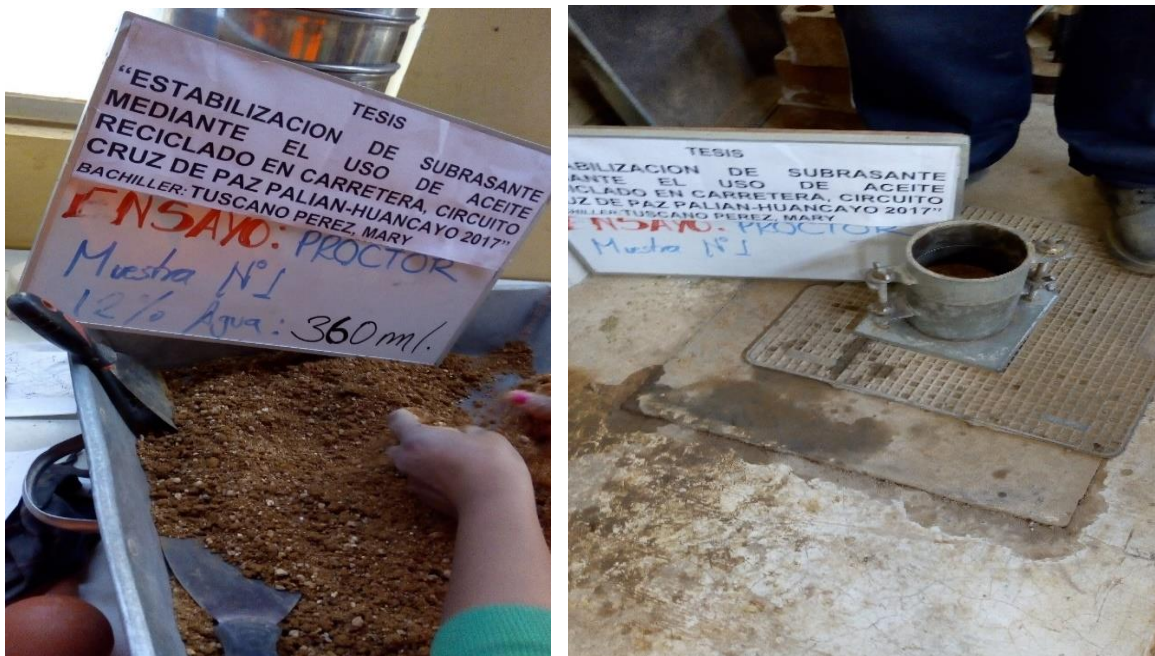


Figura 12: El ensayo de proctor modificado método A al estado natural y con elemento adicional

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Mezcla del material para el CBR al estado natural y con el elemento adicional
Fuente : Elaboracion propia



Figura 14: La compactación de 5 capas cada uno a 25 golpes y Calibración para sumergir en agua por tres días para hallar la expansión
Fuente: Elaboración propia



Figura 15: Lectura de expansión y drenado de la muestra para la lectura de penetración

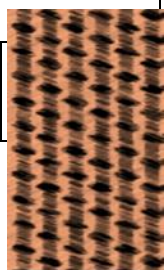

Fuente: Elaboración propia



Figura 16: Lectura de penetración a 12, 25 y 56 golpes a una pulgada de penetración

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7: Perfil estratigráfico

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					REGISTRO DE EXCAVACION	
EXPEDIENTE N°:					EXCAVACION : <u>C-1</u>	
PETICIONARIO : <u>MARY TUSCANO PEREZ</u>					NIVEL FREATICO : <u>No se encontró</u>	
PROYECTO : <u>ESTABILIZACION DE SUB RAZANTE</u>					TAMAÑO EXCAV. : <u>1,0 x 1,0 x 1,50 m.</u>	
UBICACIÓN : <u>JUNIN-HUANCAYO-EL TAMBO-PALIAN</u>					INICIO : <u>1/05/2018</u>	
METODO DE EXCAV: <u>Manual</u>					TERMINO : <u>1/05/2018</u>	
					REGISTRADO POR : <u>M.T.P</u>	
					REVISADO POR : <u>M.P.R.C</u>	
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.1	GM		3.45	2.256	Grava limosa con arena, cementación débil, consistencia fuerte, color marrón, en estado seco, gravas suban gulosas.	
0.2						
1	CL		2.69	2.319	Arcilla inorgánica de baja plasticidad con limo y arena, consistencia fuerte, color castaño, gravas subred ondeada en un 5% aproximado.	
1.5						
IDENTIFICACION DE MUESTRAS					OBSERVACIONES :	
Re: Material de relleno					Calicata N°1 - carretera circuito cruz de paz	
S/M: Sin muestra						
M-1: Muestra inalterada N°1						