



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES
ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS, 2018**

AUTOR: Roy Nixon Fernandez Ayay

ASESOR 1: M.Sc. Ing. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

ASESOR 2: Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

CHACHAPOYAS –AMAZONAS - PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES
ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS, 2018**

AUTOR: Roy Nixon Fernandez Ayay

ASESOR 1: M.Sc. Ing. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

ASESOR 2: Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

CHACHAPOYAS –AMAZONAS - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz y guiarme siempre por el buen camino, a mis padres Nolberto y Gladys por sus consejos, amor y apoyo incondicional en todo momento de mi formación académica y profesional, a mi hermana Marlit por el apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida, a Erlita por su amor y aliento en momentos de cansancio; y a todos y cada uno de mis amigos y familiares por su apoyo en la consecución de este logro.

AGRADECIMIENTO

Al M.Sc. Ing. Edwin Adolfo Díaz Ortiz, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y su vasta experiencia en el tema un marco de confianza y afecto, fundamentales para el término de este Proyecto de investigación.

Al Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui, por su desinteresada colaboración y su asistencia permanente para el desarrollo de la presente tesis, por su tiempo y aportes basados en su bien lograda experiencia.

A mis familiares y amigos por la muestra de afecto a mi persona en todo momento.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrector de Investigación

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR 1


Yo, Ing. Edwin Adolfo Díaz Ortiz identificado con DNI N° 26602621, con domicilio legal en Santo Domingo N° 756, Ingeniero Civil colegiado, actualmente adscrito a la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DOY VISTO BUENO, a la tesis titulada, “**COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS, 2018**”, que estuvo conducido por el tesista Roy Nixon Fernandez Ayay, bachiller egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

POR LO TANTO

Firmo la presente para mayor constancia

Chachapoyas, noviembre del 2018



M.Sc. Ing. Edwin Adolfo Díaz Ortiz
DNI: 26602621

VISTO BUENO DEL ASESOR 2

Yo, Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui identificado con el DNI 07732230, con domicilio legal en el Jirón Amazonas N° 1178, actualmente adscrito a la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DOY VISTO BUENO, a la tesis titulada, “**COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS, 2018**”, que estuvo conducido por el tesista Roy Nixon Fernandez Ayay, bachiller egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

POR LO TANTO

Firmo la presente para mayor constancia

Chachapoyas, noviembre del 2018



Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui
DNI: 07732230

JURADO EVALUADOR



Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas

Presidente



Ing. Franklin Tello Reyna

Secretario



Ing. Diomar Zabaleta Vilchez

Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Roy Nixon Fernandez Ayay, identificado con DNI N° 47046824, bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

➤ Soy autor de la tesis titulada **“COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS, 2018”**.

➤ La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.


➤ La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

➤ La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

➤ Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

De identificarse fraude, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas noviembre del 2018.



Roy Nixon Fernandez Ayay
DNI: 47046824



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 10 de DIEMBRE, del año 2018, siendo las 8.30PM horas, el aspirante: ROY NIXON, FERNÁNDEZ AYAY

defiende públicamente la Tesis titulada: COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO LIGRO TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS, 2018

para optar el Título Profesional en INGENIERIA CIVIL.

otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:

Presidente: ING. MANUEL AGUILAR-ROJAS.

Secretario: ING. FRANKLIN ALFONSO TELLO REYNA.

Vocal: ING. DIOMAR ZAYALETA VILCHEZ.

Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente () Aprobado (X) No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las horas 10.00 PM del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

OBSERVACIONES: _____

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR 1	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR 2	vii
JURADO EVALUADOR	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	ix
ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	x
INDICE DE CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE FIGURA.....	xiii
ÍNDICE DE TABLA.....	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN	19
II. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1 Localización	21
2.2 Materiales, herramientas y/o equipos.....	24
2.2.1 En campo	24
2.2.2 En laboratorio	24
2.2.3 En Gabinete.....	24
2.3 Diseño de investigación	25
2.4 Población, Muestra y Muestreo.....	25
2.5 Métodos.....	26
2.5.1 Deductivo.....	26
2.5.2 Analítico.....	27
2.6 Técnicas.....	27
2.7 Instrumentos	28
2.8 Metodología y Procedimiento	28
2.8.1 Inventario de condición	28
2.8.2 Estudio de suelos	38
2.8.3 Alternativa de solución	44
2.9 Análisis de datos	62
III. RESULTADOS	63

3.1	Área de estudio.....	63
3.2	Recolección de información.....	63
3.2.1	Condición superficial del pavimento	63
3.2.2	Propiedades físico- mecánicas del suelo.....	78
3.2.3	Alternativa de solución	83
IV.	DISCUSIÓN	89
V.	CONCLUSIONES	91
VI.	RECOMENDACIONES.....	92
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
	ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. (Izquierda) Mapa político del Perú, (Derecha) Mapa provincia Chachapoyas.....	22
Figura 2. Área de estudio Cdra. 7.....	22
Figura 3. Área de estudio – Cuadra siete jirón Tres Esquinas	23
Figura 4. Estados de consistencia de un suelo.....	41
Figura 5. Ecuación de diseño de pavimento rígido	46
Figura 6. Correlación C.B.R y Modulo de Reacción de la Subrasante	53
Figura 7. Confinamiento lateral (Mera, 2017)	55
Figura 8. Distribución de zona de confinamiento (Valencia, 2009)	55
Figura 9. Mejoramiento de la capacidad portante	56
Figura 10. Efecto de zapato de nieve (TENSAR 2013)	56
Figura 11. Efecto del tensado de la membrana	57
Figura 12. Relación entre índice de cono, C.B.R y resistencia al corte (USACE, 2003).....	59
Figura 13. Carga de vehículos militares (USACE, 2003).	59
Figura 14. Factores de capacidad de carga reforzada (Nc)	60
Figura 15. Propiedades de la geomalla que afectan su comportamiento (Valencia, 2009).....	60
Figura 16. Traslapo mínimo de geomalla (INVIAS, 2012)	60
Figura 17. Propiedades de la geomalla multiaxial TX 130S	61
Figura 18. Diseño de pavimentos para cargas de ruedas en tándem (USACE, 2003).	62
Figura 19. Área evaluada.....	63
Figura 20. Desnivel entre Losas	65
Figura 21. Densidad de desnivel entre losas	65
Figura 22. Fisura Longitudinal.....	65
Figura 23. Densidad de Fisuras Longitudinales	66
Figura 24. Fisura Transversal.....	66
Figura 25. Densidad de Fisuras Transversales	67
Figura 26. Fisura de esquina.....	67
Figura 27. Densidad de fisura de esquina.....	67
Figura 28. Fisura Oblicua.....	68

Figura 29. Densidad de fisuras oblicuas.....	68
Figura 30. Despostillamiento de junta.....	69
Figura 31. Densidad de Despostillamiento de junta.....	69
Figura 32. Desprendimiento.....	69
Figura 33. Densidad de desprendimiento.....	70
Figura 34. Bache o hueco.....	70
Figura 35. Densidad de baches o huecos.....	70
Figura 36. Desnivel entre calzada – berma.....	71
Figura 37. Densidad calzada – berma.....	71
Figura 38. Plano de calicatas.....	78
Figura 39. Gráfico de incidencia de la expansión en el C.B.R.....	82
Figura 40. Gráfico de incidencia del índice plástico en el C.B.R.....	83
Figura 41. Nomograma de diseño AASHTO.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de la cuadra en estudio.....	21
Tabla 2. Procedimiento de cálculo y calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura del pavimento para 70m	32
Tabla 3. Calificación de condición según densidad de fallas	37
Tabla 4. Clasificación de acuerdo a la calificación de condición.....	37
Tabla 5. Tipos de Conservación según calificación de condición.....	37
Tabla 6. Sistema de clasificación AASHTO	39
Tabla 7. Sistema de clasificación SUCS	40
Tabla 8. Clasificación de suelos según Índice de Grupo.....	40
Tabla 9. Clasificación de suelos según índice de plasticidad	41
Tabla 10. Parámetros para determinar la expansión del suelo según el IP.....	42
Tabla 11. Parámetros para determinar la expansión del suelo según el hinchamiento (cambio de volumen).....	42
Tabla 12. Categorías de Subrasante.....	43
Tabla 13. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....	47
Tabla 14. Tasa de crecimiento poblacional y producto bruto interno	48
Tabla 15. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimento Rígidos.....	48
Tabla 16. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalente de 8.2 Tn, en el carril de diseño	48
Tabla 17. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal.....	49
Tabla 18. Serviciabilidad inicial, final y diferencia de ambas.....	50
Tabla 19. Valores de resistencia del concreto según el rango de trafico.....	51
Tabla 20. Condiciones de drenaje.....	52
Tabla 21. Coeficiente de drenaje de las capas granulares Cd.....	52
Tabla 22. Espesor de junta en pavimentos	53
Tabla 23. Fallas que se encontraron en el área de evaluación.....	64
Tabla 24. Fallas que se encontraron en el área de evaluación.....	64
Tabla 25. Fallas que se encontraron en el área de evaluación.....	64
Tabla 26. Distribución de frecuencias en desnivel entre losas	72

Tabla 27. Distribución de frecuencias en fisuras longitudinales.....	72
Tabla 28. Distribución de frecuencias en fisuras transversales.....	72
Tabla 29. Distribución de frecuencias en fisuras en esquina.....	72
Tabla 30. Distribución de frecuencias en fisuras oblicuas	73
Tabla 31. Distribución de frecuencias en reparaciones o parchados.....	73
Tabla 32. Distribución de frecuencias en despostillamiento de juntas.....	73
Tabla 33. Distribución de frecuencias en desprendimiento.....	73
Tabla 34. Distribución de frecuencias en baches o huecos	74
Tabla 35. Distribución de frecuencias en tratamiento superficial	74
Tabla 36. Distribución de frecuencias en daños puntuales.....	74
Tabla 37. Distribución de frecuencias en desnivel calzada berma	74
Tabla 38: Calificación de condición superficial del pavimento rígido (en la cual se presentan el puntaje de cada deterioro o falla)	75
Tabla 39. Resultados suelos Calicata 01, estrato 01	79
Tabla 40. Resultados suelos Calicata 2, estrato 1	79
Tabla 41. Resultados suelos Calicata 2, estrato 2.....	80
Tabla 42. Resultados suelos Calicata 3, estrato 1	80
Tabla 43. Descripción de índice plástico del suelo de las muestras analizadas	81
Tabla 44. Descripción de la expansión del suelo de las muestras analizadas	82
Tabla 45. Descripción de la expansión del suelo de las muestras analizadas	82
Tabla 46. Índice medio diario semanal.....	84
Tabla 47. Conversión de motos a autos en índice medio diario semanal.....	84
Tabla 48. Factores de corrección estacional para vehículos ligeros y pesados	85
Tabla 49. Factor camión para pavimento rígidos según AASHTO 93.....	85
Tabla 50. Determinación de ejes equivalentes	85
Tabla 51. Dimensiones propuestas para pavimento reforzado.....	88
Tabla 52. Dimensiones obtenidas en el diseño según del Expediente Técnico.....	88

RESUMEN

La construcción de pavimentos contribuyen en gran magnitud para el desarrollo de los pueblos, la infraestructura vial es de suma importancia, permite el traslado de un lugar a otro a la ciudadanía significando un ahorro enorme de tiempo. Los pavimentos sufren diversos tipos de daños, generados por antigüedad, mal proceso constructivo, entre otros; dejándose notar a través de las fallas superficiales. Esta investigación se enfocó en evaluar el comportamiento del suelo en la estructura del pavimento rígido de la cuadra siete del jirón Tres Esquinas, Chachapoyas. Se realizó un inventario de fallas de la superficie del pavimento rígido mediante fichas de evaluación establecidas en la norma manteniendo o conservación vial del manual de carreteras mediante las cuales se determinó la condición superficial de la sección en estudio; determinándose como mala y la cual necesita reconstrucción. También se realizó un estudio de suelos para determinar las propiedades físico-mecánicas de estos; determinándose la subrasante como pobre e inadecuada para las muestras ensayadas. Teniendo en consideración los parámetros determinados; con el fin de mejorar la capacidad de soporte de la subrasante y la optimización del uso del material granular se planteó un diseño de pavimento rígido reforzado con geomalla triaxial.

Palabras claves: Pavimento rígido, condición superficial, geomalla, diseño AASHTO.

ABSTRACT

The construction of pavements contribute in great magnitude for the development of the towns, the road infrastructure is of the utmost importance, it allows the transfer from one place to another to the citizenship, meaning an enormous saving of time. The pavements suffer different types of damages, generated by age, bad construction process, among others; letting itself be noticed through superficial faults. This investigation focused on evaluating the behavior of the soil in the structure of the rigid pavement of block seven of the shred Three corners, Chachapoyas. An inventory of faults on the surface of the rigid pavement was carried out using evaluation sheets established in the norm, maintaining or conserving roads in the road manual by means of which the surface condition of the section under study was determined; being determined as bad and which needs reconstruction. In, a soil study was also carried out to determine the physico-mechanical properties of these; the subgrade being determined as poor and inadequate for the samples tested. Taking into account the determined parameters; In order to improve the support capacity of the subgrade and the optimization of the use of the granular material, a rigid pavement design reinforced with triaxial geogrid was proposed.

Keywords: Rigid pavement, surface condition, geogrid, AASHTO design.

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial proporciona una base esencial para el funcionamiento de todas las economías nacionales y genera una amplia gama de beneficios económicos y sociales. Conservar adecuadamente la infraestructura vial es imprescindible para preservar y aumentar estos beneficios. Los responsables de la toma de decisiones deben reconocer la importancia de la conservación, así como la de financiarla y administrarla adecuadamente para extraer el máximo valor de la red. La insuficiencia de las inversiones o una mala administración de la red carretera tendrán graves consecuencias para la economía y el bienestar social.

Un diagnóstico de los daños presentes en el pavimento rígido de la malla vial del barrio Los Caracoles de la ciudad de Cartagena, realizando una inspección de campo basado en el manual de inspección visual de pavimentos rígidos del Instituto Nacional de vías para obtener la información detallada de las diferentes patologías presentes y determinar la situación actual de la red estudiada. (Cote & Villalba, 2017)

La superficie de rodamiento o carpeta, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodadura uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, del intemperismo producido por los agentes naturales y cualquier otro agente perjudicial. Además como función estructural un pavimento tiene que transmitir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas impuestas a la subrasante, de modo que no sufra deformaciones. (Gomez, 2014)

La construcción de pavimentos, es fundamental para el desarrollo de los pueblos, por lo que debe darse la importancia que necesaria a las etapas de: Planeación, construcción y al mantenimiento de las redes viales. En nuestro ámbito se construido de acuerdo a las necesidades del crecimiento poblacional, sin tener una buena supervisión, por ello los pavimentos de la ciudad de Chachapoyas presentan daños o deterioros; transformándose en malestar para la población y además de generar costos tanto para los usuarios (daños mecánicos en sus vehículos), como para el gobierno municipal y/o regional, al realizar trabajos de mantenimiento o reforzamiento.

Dentro de los pavimentos y sus tipologías en esta investigación tenemos el de tipo rígido, tiene al concreto como material predominante y son utilizados preferentemente en zonas urbanas por su extenso ciclo de vida y el bajo costo de mantenimiento, el cual encontramos en el jirón Tres Esquinas de la ciudad de Chachapoyas.

La problemática en la red vial de Chachapoyas, nos involucró a tener que desarrollar la presente investigación en la cual se planteó determinar ¿Cuál es el comportamiento del suelo en la estructura del pavimento rígido del jirón Tres Esquinas cuadra siete?, su estructura presenta asentamientos, grietas y fisuras, entre otras fallas más, que afectan en gran magnitud el buen funcionamiento de la vía y por lo tanto no brinda un nivel de serviciabilidad de calidad a la población.

En la presente investigación se realizó una evaluación superficial de la estructura, teniendo en cuenta la norma mantenimiento o conservación vial, donde mediante fichas se midió las diferentes fallas que se presenta la superficie de la estructura del pavimento rígido, se determinó las propiedades físico mecánicas de los suelos mediante ensayos en laboratorio y se planteó una alternativa de solución.

Desarrollar la presente investigación se justificó porque se ha comprobado que la vida útil de los pavimentos se puede prolongar a menor costo cuando se tiene en cuenta una buena planeación, ejecución y mantenimiento, sin embargo es evidente que algo falló o no se tuvo en cuenta para el diseño de la estructura del pavimento de la cuadra siete del jirón Tres Esquinas, ya que presenta fallas en su estructura; no obstante, no está cumpliendo con el fin y/o propósito que fue diseñado, por lo que es necesario determinar si el comportamiento del suelo es pobre.

El desarrollo de la presente investigación implicó, determinar la condición superficial de la estructura del pavimento, determinar las propiedades físico mecánicas del suelo y plantear una alternativa de solución teniendo en cuenta el comportamiento del suelo; de tal forma se facilitó evaluar el comportamiento del suelo, en la estructura del pavimento rígido del jirón Tres Esquinas cuadra siete, Chachapoyas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización

Ubicación geográfica de la zona en estudio.

La siguiente investigación se desarrolló:

Barrio : AA. HH. Virgen de Asunta

Distrito : Chachapoyas

Provincia : Chachapoyas

Región : Amazonas

País : Perú

Altitud : 2343.00 m.s.n.m.

Temp. Máx. Prom. : 21.4 °C.

Temp. Mín. Prom. : 9.8 °C.

Temp. Prom. : 15.6 °C.

Precip. Prom. Anual : 811 mm.

Clima : Templado, moderadamente lluvioso

Región natural : Ceja de selva

Tabla 1. Coordenadas de la cuadra en estudio

Coordenadas UTM	Norte	Este	Altitud (m.s.n.m)
Punto inicio	9309901	182674	2370.97
Punto final	9309819	182846	2360.64

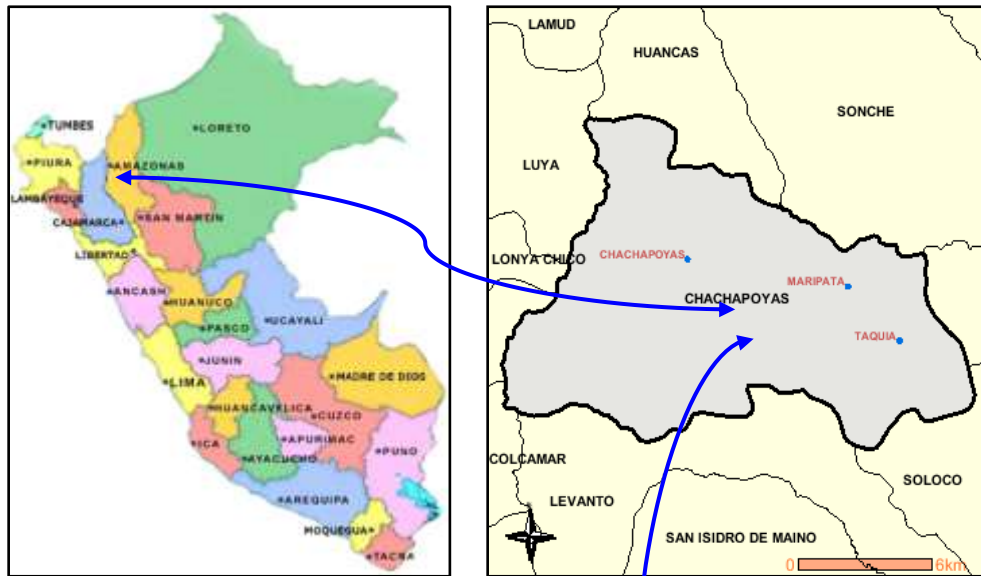


Figura 1. (Izquierda) Mapa político del Perú, (Derecha) Mapa provincia Chachapoyas



Figura 2. Área de estudio Cdra. 7

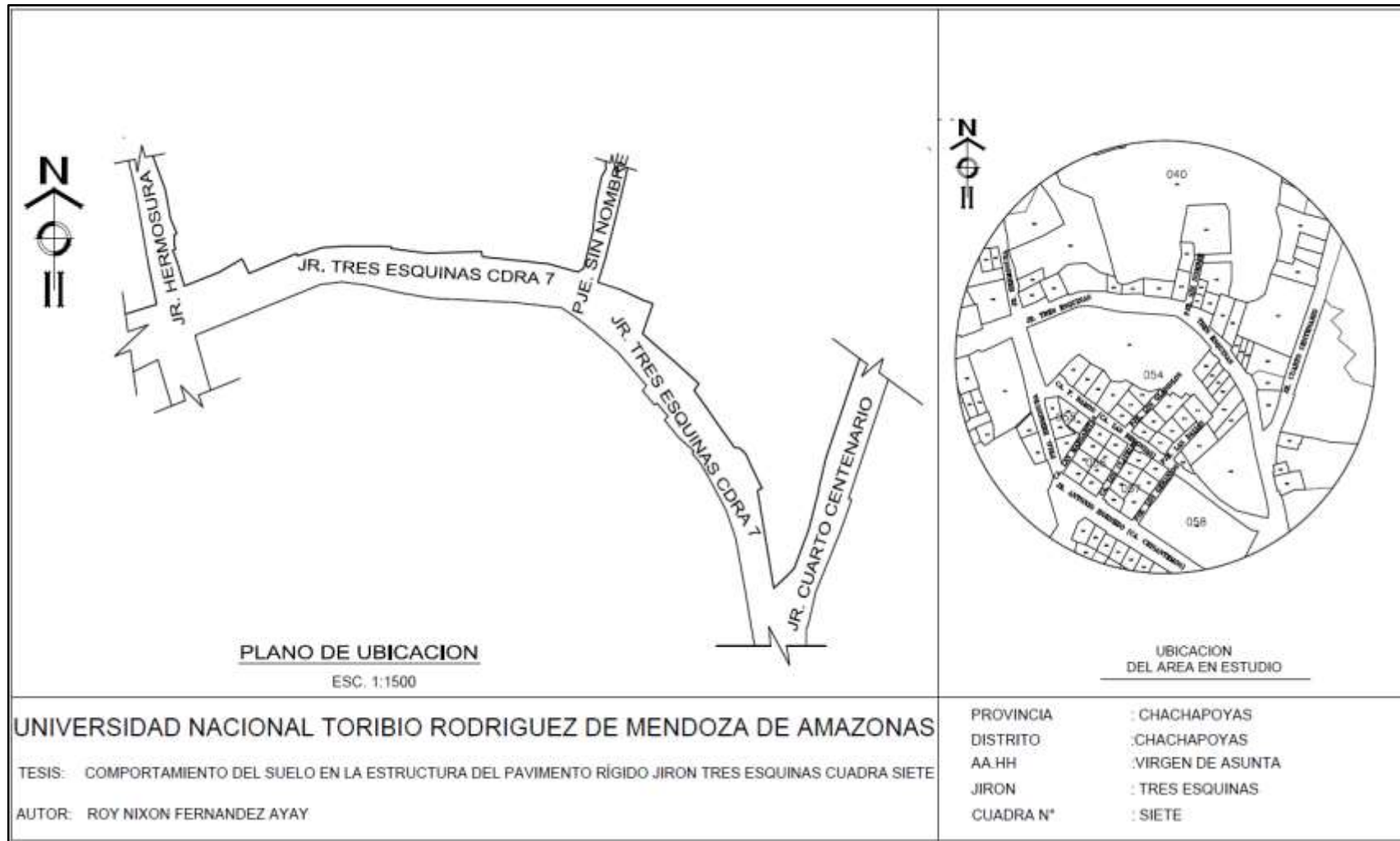


Figura 3. Área de estudio – Cuadra siete jirón Tres Esquinas

2.2 Materiales, herramientas y/o equipos

Se llevó a cabo el presente estudio de investigación utilizando los siguientes materiales, herramientas y/o equipos.

2.2.1 En campo

2.2.1.1 Materiales

- Libreta de campo.
- Manual de extracción de muestras.
- Cinta de embalaje.
- Bolsas herméticas (para la protección de la humedad).
- Sacos plastificados.
- Plumón indeleble.

2.2.1.2 Herramientas

- Zapapico.
- Palana.
- Lampa.
- Barreta.
- Machete.
- Wincha de 5m.
- Trípode.

2.2.1.3 Equipos

- GPS (grado de precisión $\pm 3m$).
- Estación total.
- Cámara fotográfica.

2.2.2 En laboratorio

Se utilizaron los equipos, herramientas y materiales de acuerdo a la norma “Manual de Ensayos de Materiales” del MTC.

2.2.3 En Gabinete

2.2.3.1 Materiales

- Software Civil 3D.
- Excel 2016

- Libretas de apuntes.

2.2.3.2 Equipos

- Laptop
- USB
- Calculadora

2.3 Diseño de investigación

La presente investigación fue descriptiva, no experimental y se fundamentó en la determinación e interpretación de datos obtenidos de los diferentes factores, que afectaron a la estructura del pavimento rígido del jirón tres esquinas cuadra siete.

M → O_x

M: Muestra

O_x: Observación de resultados

2.4 Población, Muestra y Muestreo

Población

Definida por las losas que conforman la cuadra siete del jirón Tres Esquinas, Chachapoyas (124).

Muestra

Se determinó en base a la metodología de evaluación de fallas para pavimentos rígidos, con el fin de determinar el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar la cual produce un estimado del ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del entre las unidades. ($\sigma = 15$, para pavimento rígido)

Al determinar el número de unidades de muestra a ser inspeccionada, se calculó la separación, intervalo de espaciamiento entre las unidades utilizando un muestreo sistemático y aleatorio, las muestras determinadas se tomaron teniendo en cuenta el grado de deterioro de las losas en la sección evaluada. El intervalo de espaciamiento entre las unidades, se calculó a través de la ecuación que se muestra

$$i = N/n$$

Dónde:

i: Intervalo de muestreo.

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número total de unidades para evaluar.

A continuación, se muestra el número mínimo de unidades de muestreo estudiadas y el intervalo de espaciamiento entre cada unidad.

$$n = [(124*15^2)] / [(5^2/4)*(124-1)+15^2]$$

$$n = 28.08 \approx 29 \text{ losas}$$

El número total de unidades evaluadas fue de 29, ya que se redondeó el resultado (28.08) al número entero superior, garantizando una confiabilidad del 95%. Pero en la presente investigación se tomó una muestra de 40 losas.

$$i = 124/29 = 4.28 \approx 4$$

Las unidades de muestreo que se seleccionó fueron tomadas teniendo en cuenta el daño de deterioro que presentaron las losas.

2.5 Métodos

2.5.1 Deductivo

Es el proceso del razonamiento o raciocinio que pasa de lo universal a lo particular, es decir, consiste en obtener conclusiones particulares a partir de leyes universales (Sierra, 2012).

El método deductivo se empleó al evaluar las fallas de la estructura del pavimento rígido de la cuadra siete mediante las fichas técnicas

establecidas en la norma “Mantenimiento o Conservación Vial” de tal forma poder determinar condición superficial del pavimento.

2.5.2 Analítico

Es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia (Zambrano, 2017)

El método analítico se aplicó en el análisis e interpretación de datos obtenidos de resultados de las muestras representativas extraídas de acuerdo al manual de carreteras, a través de ensayos en laboratorio, los cuales se podrán determinar la capacidad portante y uso de suelo dentro del área de estudio.

2.6 Técnicas

➤ Observación directa.

La observación directa se realizó con el fin de hacer un reconocimiento general y verificar el estado actual en que se encuentra la estructura del pavimento, con ello ubicar las losas a evaluar.

➤ Medición.

Se realizó la medición de longitud, desnivel y ancho de las fallas encontradas en la estructura del pavimento.

➤ Ensayos en laboratorio

- Contenido de humedad (Norma ASTM D2216)
- Análisis granulométrico (Norma ASTM D 422)
- Determinación del límite líquido (Norma ASTM D 4318)
- Determinación del límite plástico (Norma ASTM D 4318).
- Expansión del suelo (ASTM D 4829)
- Próctor modificado (NTP 339.141)
- C.B.R.(ASTM D 1883)

2.7 Instrumentos

➤ Fichas técnicas de registro.

Se establecen como uno de los instrumentos que permitirá registrar los datos obtenidos, son de gran importancia en la investigación porque permitirá que se desarrolle un proceso ordenado y metódico de registro y archivamiento de información de manera precisa.

➤ Wincha de mano.

Es un instrumento de medición el cual es conocido con el nombre de flexómetro, con la particularidad de que está construido por una delgada cinta metálica flexible, dividida en unidades de medición, y que se enrolla dentro de una carcasa metálica o de plástico.

2.8 Metodología y Procedimiento

Se realizó la medición de deterioro y/o fallas de la capa de rodadura del pavimento rígido y el estudio de suelos de la cuadra siete del jirón Tres Esquinas. Se determinó los puntos de extracción de muestras de acuerdo a la norma “Manual de carreteras”, luego se realizó el estudio del suelos, determinándose las propiedades físico – mecánico del suelo.

2.8.1 Inventario de condición

El inventario consta de la recolección de medidas por cada tipo de deterioro o falla establecido en el manual de mantenimiento o conservación vial.

2.8.1.1 Desnivel entre losas

Estas fallas se manifiestan en las juntas por una diferencia de nivel entre las losas, esta falla provienen por drenajes defectuosos o por transferencia de carga deficientes en las juntas.

Niveles de gravedad

Los niveles de gravedad se definen cualitativamente por su influencia en el confort de los usuarios.

1: Sensible al usuario sin reducción de la velocidad.

2: Resulta en una reducción significativa de la velocidad.

3: Resulta en una reducción drástica de la velocidad.

2.8.1.2 Fisuras longitudinales

Estas fallas resultan del fracturamiento de las losas paralelo al eje del pavimento, dividiéndolas en varios paños, resultan generalmente por la pérdida de soporte de la fundación o por la acción de tránsito pesado (por sobrecarga o repetición excesiva de carga)

Niveles de gravedad

1: Finas (ancho ≤ 1 mm)

2: Fisuras medias, (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)

3: Fisuras gruesas, (ancho > 3 mm)

2.8.1.3 Fisuras transversales

Estas fallas resultan de la fractura de losas en perpendicular al eje del pavimento, se generan por la pérdida de soporte de fundación, por acción de carga en exceso o por contracción del concreto.

Niveles de gravedad

1: Fisuras finas < 1 mm

2: Fisuras medias, (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)

3: Fisuras gruesas, (ancho > 3 mm)

2.8.1.4 Fisuras de esquina

Estas fallas resultan del fracturamiento de esquina de las losas a una distancia inferior a 0.3 m de la misma.

Niveles de gravedad

1: Solamente una esquina quebrada

2: Dos esquinas quebradas

3: Más de dos esquinas quebradas

2.8.1.5 Fisuras oblicuas

Estas fallas resultan del fracturamiento de losas; se forman fisuras que interceptan bordes o juntas perpendiculares de losas, a una distancia mayor de 0.3 m de la esquina.

Niveles de gravedad

- 1: Fisuras finas (ancho \leq 1mm)
- 2: Fisuras medias (ancho $>$ 1mm y \leq 3mm)
- 3: Fisuras abiertas (ancho $>$ 3mm)

2.8.1.6 Reparaciones o parchados

Niveles de gravedad

- 1: Menor al 10% de la losa afectada
- 2: Entre el 10% y 30% de la losa afectada
- 3: Mayor al 30% de la losa afectada

2.8.1.7 Despostillamiento de juntas

Fracturamiento o desintegración de bordes de las juntas, dañadas al punto que existe la posibilidad que ingrese agua o se acumule material no compresible

Niveles de gravedad

- 1: Fracturamiento o desintegración de bordes $<$ 50% de la longitud dentro de los 5cm de la junta
- 2: Fracturamiento o desintegración de bordes $>$ 50% de la longitud dentro de los 5cm de la junta
- 3: Fracturamiento o desintegración hasta una distancia $>$ 5cm de la junta

2.8.1.8 Desprendimiento

Perdida de material en la superficie de la losa, resultan por el efecto del tránsito sobre concreto de calidad pobre

Niveles de gravedad

- 1: Perdida de material menor al 10% de la superficie de las losa.
- 2: Perdida de material entre el 10% y 30% de la superficie de la losa.
- 3: Perdida de material mayor al 30% de la superficie de las losa.

2.8.1.9 Baches (huecos)

Los baches o huecos son consecuencia normalmente del desgaste o de la destrucción de la losa. Forman cavidades de bordes netos, esta falla proviene generalmente de otros deterioros o fallas carencia de conservación vial.

Niveles de gravedad

- 1: Diámetro < 0.2 m
- 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m
- 3: Diámetro > 0.5 m

2.8.1.10 Tratamiento superficial

Este deterioro o falla se refiere al desprendimiento de tratamiento superficial de las losas, se produce por el envejecimiento del material o por un defecto en la construcción

Niveles de gravedad

- 1: Desprendimiento menor al 10% de la superficie de losa afectada
- 2: Desprendimiento entre el 10% y 50 % de la superficie de losa afectada
- 3: Desprendimiento mayor al 50% de la superficie de losa afectada

2.8.1.11 Daños puntuales**Niveles de gravedad**

- 1: Deterioros puntuales
- 2: Deterioros < 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 70 m
- 3: Deterioros > 30% del área de bermas en la longitud evaluada de 70 m

2.8.1.12 Desnivel calzada berma**Niveles de gravedad**

- 1: Desnivel leve < 15mm
- 2: Desnivel moderado entre 15 y 50 mm
- 3: Desnivel > 50 mm

Tabla 2. Procedimiento de cálculo y calificación para cada tipo de deterioro o falla de la capa de rodadura del pavimento para 70m

Código de daño	Deterioros/fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros(Nij) Longitud de deterioro (Lij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m2) AS	Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión promedio ponderada	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro/falla				Puntaje de condición Resultante por cada tipo de deterioro/falla	
									0: Sin Fallas	1: Leve EFp= menor a 10%	2: Moderado EFp= entre 10% y 30%	3: Severo EFp= mayor a 30%		
Calzada Deterioro de fallas estructurales	1	Desnivel entre losas	1: Sin reducción de la velocidad	$A_{11} = \text{Longitud} \times 0.10 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF_{11}	$EFP = ((EF_{11} \times A_{11} + EF_{12} \times A_{12} + EF_{13} \times A_{13}) / (A_{11} + A_{12} + A_{13}))$	0	>0 Y <20	$\geq 20 \text{ Y } < 100$	100	
			2 Reducción significativa de la velocidad	$A_{12} = \text{Longitud} \times 0.30 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF_{12}						
			3: Reducción drástica de velocidad	$A_{13} = \text{Longitud} \times 0.50 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF_{13}						
	2	Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas (ancho $\leq 1\text{mm}$)	$A_{21} = \text{Longitud} \times 0.10 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF_{21}	$EFP = ((EF_{21} \times A_{21} + EF_{22} \times A_{22} + EF_{23} \times A_{23}) / (A_{21} + A_{22} + A_{23}))$	0	>0 Y <20	$\geq 20 \text{ Y } < 100$	100	
			2: Fisuras medias (ancho > 1mm y $\leq 3\text{mm}$)	$A_{22} = \text{Longitud} \times 0.30 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF_{22}						
			3: Fisuras gruesas (ancho > 3mm)	$A_{23} = \text{Longitud} \times 0.50 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF_{23}						
	3	Fisuras transversales	1: Fisuras finas (ancho $\leq 1\text{mm}$)	$A_{31} = \text{Longitud} \times 0.10 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF_{31}	$EFP = ((EF_{31} \times A_{31} + EF_{32} \times A_{32} + EF_{33} \times A_{33}) / (A_{31} + A_{32} + A_{33}))$	0	>0 Y <20	$\geq 20 \text{ Y } < 100$	100	
			2 Fisuras medias (ancho > 1mm y $\leq 3\text{mm}$)	$A_{32} = \text{Longitud} \times 0.30 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF_{32}						

Código de daño	Deterioros/fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros(Nij) Longitud de deterioro (Lij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m2) AS	Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión promedio ponderada	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro/falla				Puntaje de condición Resultante por cada tipo de deterioro/falla
									0: Sin Fallas	1: Leve EFp= menor a 10%	2: Moderado EFp= entre 10% y 30%	3: Severo EFp= mayor a 30%	
		3: Fisuras gruesas (ancho > 3mm)	$A_{33} = \text{Longitud} \times 0.50 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₃₃						
	4	Fisuras de esquina	1: Solamente una esquina quebrada	$A_{41} = \text{Longitud} \times 0.10 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₄₁	$\text{EFP} = ((\text{EF}_{41} \times A_{41} + \text{EF}_{42} \times A_{42} + \text{EF}_{43} \times A_{43}) / (A_{41} + A_{42} + A_{43}))$	0	>0 Y <20	≥20 Y <100	100
			2: Dos esquinas quebradas	$A_{42} = \text{Longitud} \times 0.30 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₄₂					
			3: Más de dos esquinas quebradas	$A_{43} = \text{Longitud} \times 0.50 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₄₃					
	5	Fisuras oblicuas	1: Fisuras finas (ancho ≤ 1mm)	$A_{51} = \text{Longitud} \times 0.10 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₅₁	$\text{EFP} = ((\text{EF}_{51} \times A_{51} + \text{EF}_{52} \times A_{52} + \text{EF}_{53} \times A_{53}) / (A_{51} + A_{52} + A_{53}))$	0	>0 Y <20	≥20 Y <100	100
			2: Fisuras medias (ancho > 1mm y ≤ 3mm)	$A_{52} = \text{Longitud} \times 0.30 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₅₂					
			3: Fisuras gruesas (ancho > 3mm)	$A_{53} = \text{Longitud} \times 0.50 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₅₃					
	6	Reparaciones o parchados	1: < 10% de la losa afectada	$A_{61} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₆₁	$\text{EFP} = ((\text{EF}_{61} \times A_{61} + \text{EF}_{62} \times A_{62} + \text{EF}_{63} \times A_{63}) / (A_{61} + A_{62} + A_{63}))$	0	>0 Y <10	≥10 Y <50	50
			2: ≥10 % y < 30% de la losa afectada	$A_{62} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₆₂					

Código de daño	Deterioros/fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros(Nij) Longitud de deterioro (Lij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m2) AS	Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión promedio ponderada	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro/falla				Puntaje de condición Resultante por cada tipo de deterioro/falla
									0: Sin Fallas	1: Leve EFP= menor a 10%	2: Moderado EFP= entre 10% y 30%	3: Severo EFP= mayor a 30%	
		3: > 30 % de la losa afectada	$A_{63} = \text{Longitud} \times \text{Ancho}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₆₃						
Calzada pavimento rígido	7	Despostillamiento de juntas	1: Desintegración ≤ 50% de la longitud, dentro de los 5 cm de junta	$A_{71} = \text{Longitud} \times 0.10 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₇₁	EFP = ((EF ₇₁ x A ₇₁ +EF ₇₂ x A ₇₂ +EF ₇₃ x A ₇₃)/(A ₇₁ +A ₇₂ +A ₇₃))	0	>0 Y <10	≥10 Y <50	50
			2: Desintegración > 50% de la longitud, dentro de los 5 cm de junta	$A_{72} = \text{Longitud} \times 0.30 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₇₂					
			3: Desintegración hasta una distancia > de los 5 cm de junta	$A_{73} = \text{Longitud} \times 0.50 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₇₃					
	8	Desprendimiento	1: Perdida de material < 10% de la losa afectada	$A_{81} = \text{Longitud} \times 0.10 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₈₁	EFP = ((EF ₈₁ x A ₈₁ +EF ₈₂ x A ₈₂ +EF ₈₃ x A ₈₃)/(A ₈₁ +A ₈₂ +A ₈₃))	0	>0 Y <10	≥10 Y <50	50
			2: Perdida de materia ≥10 % y < 30% de la losa afectada	$A_{82} = \text{Longitud} \times 0.30 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₈₂					
			3: Perdida de materia > 30 % de la losa afectada	$A_{83} = \text{Longitud} \times 0.50 \text{ m}$	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₈₃					
9	Baches (huecos)	1: Diámetro < 0.2m	Número (N ₉₁)					EFP = N ₉₁ + N ₉₂ + N ₉₃	0 = Sin	1: Leve, EFP < 3	2: Moderado, EFP ≥ 3 y <	3: Severo,	

Código de daño	Deterioros/fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros(Nij) Longitud de deterioro (Lij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m2) AS	Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión promedio ponderada	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro/falla				Puntaje de condición Resultante por cada tipo de deterioro/falla
									0: Sin Fallas	1: Leve EFP= menor a 10%	2: Moderado EFP= entre 10% y 30%	3: Severo EFP= mayor a 30%	
10		2: Diámetro ≥ 0.2 % y < 0.5 m	Número (N ₉₂)						fallas	Baches	7 Baches a 3 baches	EFP > 7 Baches	
		3: Diámetro > 0.5 m	Número (N ₉₃)						0	>0 Y <20	≥ 20 Y <100	100	
	Tratamiento superficial	1: < 10% de la losa afectada	A ₁₀₁ = Longitud x Ancho	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₀₁	EFP = ((EF ₁₀₁ X A ₁₀₁ +EF ₁₀₂ X A ₁₀₂ +EF ₁₀₃ X A ₁₀₃)/(A ₁₀₁ +A ₁₀₂ +A ₁₀₃))	0	>0 Y <20	≥ 20 Y <100	100	
		2: ≥ 10 % y < 30% de la losa afectada	A ₁₀₂ = Longitud x Ancho	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₀₂						
		3: > 30 % de la losa afectada	A ₁₀₃ = Longitud x Ancho	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₀₃						
	11	Daños puntuales	1: Deterioros puntuales	A ₁₁₁ = Longitud x Ancho	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₁₁	EFP = ((EF ₁₁₁ X A ₁₁₁ +EF ₁₁₂ X A ₁₁₂ +EF ₁₁₃ X A ₁₁₃)/(A ₁₁₁ +A ₁₁₂ +A ₁₁₃))	0	>0 Y <10	≥ 10 Y <50	50
2: < 30% del área de la berma			A ₁₁₂ = Longitud x Ancho	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₁₂						
3: > 30% del área de la berma			A ₁₁₃ = Longitud x Ancho	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₁₃						
12		Desnivel calzada	1: Desnivel < 15mm	Longitud (L ₁₂₁)	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₂₁	EFP = ((EF ₁₂₁ X A ₁₂₁ +EF ₁₂₂ X A ₁₂₂	0	>0 Y <20	≥ 20 Y <100	100

Código de daño	Deterioros/fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros(Nij) Longitud de deterioro (Lij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m2) AS	Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión promedio ponderada	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro/falla				Puntaje de condición Resultante por cada tipo de deterioro/falla
									0: Sin Fallas	1: Leve EFp= menor a 10%	2: Moderado EFp= entre 10% y 30%	3: Severo EFp= mayor a 30%	
		2: Desnivel \geq 15mm y $<$ 50 mm	Longitud (L ₁₂₁)	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₂₂	+EF ₁₂₃ X(A ₁₂₃)/(A ₁₂₁ +A ₁₂₂ +A ₁₂₃))					
		3: Desnivel $>$ 50mm	Longitud (L ₁₂₁)	Ancho de calzada	70	Ancho de calzada x 70	EF ₁₂₃						
									Suma Puntaje de condición				

Fuente: manual de carreteras “Mantenimiento o Conservación vial”

La suma total del puntaje, no debe ser mayor a 1000, en tal sentido la calificación de condición resulta de la diferencia de la suma total menos la suma del puntaje de condición, tal como se indica a continuación

Tabla 3. Calificación de condición según densidad de fallas

Calificación de Condición	1000 - Suma Puntaje de Condición
---------------------------	----------------------------------

Fuente: manual de carreteras “Mantenimiento o Conservación vial”

Los rangos de calificación de condición, para asignar la condición superficial del pavimento rígido, de la calzada incluyendo las bermas, en uno de los tipos de condición son:

Tabla 4. Clasificación de acuerdo a la calificación de condición

Tipos de Condición según calificación de condición	
Condición Bueno	>700
Condición Regular	>300 y ≤ 700
Condición Malo	≤ 300

Fuente: manual de carreteras “Mantenimiento o Conservación vial”

De acuerdo a la condición superficial del pavimento rígido, se tiene a continuación los tipos de conservación

Tabla 5. Tipos de Conservación según calificación de condición

Reconstrucción - Rehabilitación			Conservación Periódica			Conservación Rutinaria			
100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

Fuente: manual de carreteras “Mantenimiento o Conservación vial”

2.8.2 Estudio de suelos

Es de gran importancia para determinar las propiedades físico – mecánicas del suelo que conforma la cuadra siete del jirón Tres Esquinas.

➤ **Exploración de campo.**

Se realizó el reconocimiento de campo con el fin de delimitar el área de estudio y determinar los sitios más críticos de falla y determinar a priori los puntos de donde se extraerán las muestras representativas de suelo.

➤ **Procedimiento de toma de muestras de suelos.**

La obtención de las muestras para el estudio de mecánica de suelos, se realizó en la cuadra en estudio de acuerdo al manual de carreteras “geología, geotecnia y pavimentos” sección: suelos y pavimentos. La excavación se ejecutó con ayuda de herramientas manuales, y consistió en una calicata y dos perfilados, luego se procedió con la extracción de las muestras por cada estrato de suelo, posteriormente se almacenó en bolsas herméticas para conservar su humedad, y se colocó el nombre del proyecto, número de estrato y coordenadas respectivas para su posterior traslado al laboratorio.

➤ **Procedimiento de los ensayos realizados en el laboratorio.**

Se ejecutaron de acuerdo a las normas indicadas, las cuales están establecidas en el manual de ensayos, se realizaron los siguientes ensayos:

- ✓ Contenido de humedad (Norma ASTM D2216)
- ✓ Análisis granulométrico (Norma ASTM D 422)
- ✓ Determinación del límite líquido (Norma ASTM D 4318)
- ✓ Determinación del límite plástico (Norma ASTM D 4318).
- ✓ Expansión del suelo (ASTM D 4829)
- ✓ Próctor modificado (NTP 339.141)
- ✓ C.B.R.(ASTM D 1883)

2.8.2.1 Contenido de humedad

La humedad o contenido de humedad de un suelo permitió determinar la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

2.8.2.2 Análisis granulométrico

Permitió determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas del suelo, estos se calificaron de acuerdo a las siguientes tablas. El índice de grupo determinados en la clasificación AASHTO, se clasificaron de acuerdo las tablas 6, 7 y 8.

Tabla 6. Sistema de clasificación AASHTO

Clasificación General	Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0.08 mm)						Suelos Finos ($> 35\%$ Bajo 0.08 mm)				
	A - 1		A - 3	A - 2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub - Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
2 mm	≤ 50										
0.5 mm	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0.08 mm	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				36			
W_L				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	A - 7 - 5: $IP \leq (W_L - 30)$						A - 7 - 6: $IP > (W_L - 30)$				
Si el suelos es NP $\rightarrow IG = 0$; Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$											

Fuente: (Juárez & Rico, 2011)

Tabla 7. Sistema de clasificación SUCS

SUELOS DE GRANO FINO (más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200)	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta
		OH	Arcillas inorgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos
Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico	

Fuente: (Juárez & Rico, 2011)

Tabla 8. Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 - 9	Pobre
IG está entre 2 - 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

Fuente: manual de suelos y pavimentos (MTC)

2.8.2.3 Límites de Atterberg

El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos son extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

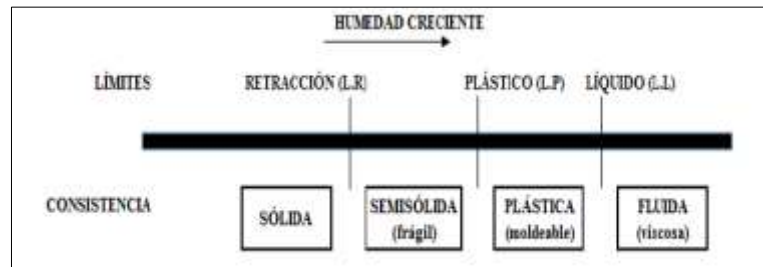


Figura 4. Estados de consistencia de un suelo

Los valores que se obtuvieron para al límite líquido y límite plástico, respectivamente permitieron calcular el índice de plasticidad mediante la siguiente expresión:

$$I.P = LL - LP$$

Donde:

IP = Índice de Plasticidad

LL = Limite Liquido

L.P = Limite Plástico

Los valores del índice de plasticidad obtenidos para cada muestra ensayada se clasificaron de acuerdo a los parámetros que se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
> 7 IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP ≤ 7	Baja	Suelo poco arcillosos
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: manual de suelos y pavimentos (MTC)

2.8.2.4 Expansión libre

Tabla 10. Parámetros para determinar la expansión del suelo según el IP.

Potencial de Expansión	Índice de Plasticidad
Bajo	0 - 10
Medio	10 -20
Alto	20 -35
Muy Alto	35 - a más

Fuente: (Arancibia, 2003).

Tabla 11. Parámetros para determinar la expansión del suelo según el hinchamiento (cambio de volumen).

Potencial de Expansión	% Hinchamiento
Bajo	0 - 1.5
Medio	1.5 - 5
Alto	5.0 -25
Muy Alto	25 - a más

Fuente: (Arancibia, 2003).

2.8.2.5 Próctor modificado

Mediante este ensayo se pudo determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo; los resultados del análisis granulométrico proporcionaron los datos para que se seleccione el método a emplear. Para este estudio se empleó el método “A” por el material retenido en la malla N^o 4 es menor al 20%

2.8.2.6 California Bearing Ratio (C.B.R)

Los valores obtenidos del estudio de suelos de las muestras analizadas de la subrasante para este ensayo, se clasificaron de acuerdo a la norma ASTM D 1883, cuyos parámetros se tienen en la tabla 12.

Tabla 12. Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	C.B.R
S ₀ : Subrasante Inadecuada	C.B.R < 3%
S ₁ :Subrasante Pobre	De C.B.R ≥ 3% a C.B.R < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De C.B.R ≥ 6% a C.B.R < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De C.B.R ≥ 10% a C.B.R < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De C.B.R ≥ 20% a C.B.R < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	C.B.R ≥ 30%

Fuente: manual de suelos y pavimentos (MTC)

2.8.3 Alternativa de solución

2.8.3.1 Pavimento rígido

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Todo lo contrario sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la subrasante. (Bernaola, 2014)

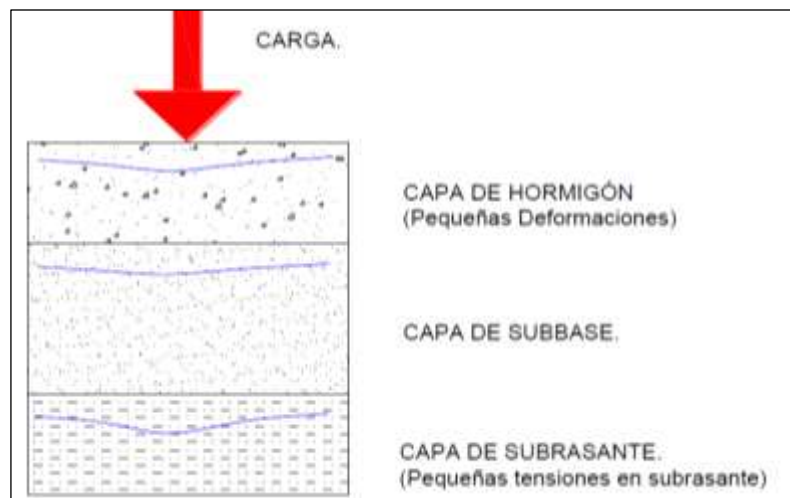


Figura 5. Perfil de pavimento rígido (Bernaola, 2014)

➤ Subrasante

La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelo. (Bernaola, 2014)

➤ **Subbase**

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida, consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo, tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado. (Bernaola, 2014)

➤ **Superficie de rodadura.**

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En consecuencia, el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento. (Bernaola, 2014)

2.8.3.2 Metodología de diseño AASHTO 93

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño. (MTC, 2013)

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado. (MTC, 2013)

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_O + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}}$$

$$(4.22 - 0.32 P_i) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 6. Ecuación de diseño de pavimento rígido

Donde:

W8.2 = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

ZR = Desviación normal estándar.

SO = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

ΔPSI= Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

Pt = Índice de serviciabilidad o servicio final.

Mr = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz).

Cd = Coeficiente de drenaje.

J = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

Ec = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

K = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Los parámetros que intervienen son:

a) Periodo de Diseño

En la presente investigación se diseñó un pavimento para un periodo de 20 años (MTC, 2013)

➤ **El tránsito (ESALs)**

Una característica propia del método AASHTO 93 es la simplificación del efecto del tránsito introduciendo el concepto de ejes equivalentes. Es decir, transforma las cargas de ejes de todo tipo de vehículo en ejes simples equivalentes de 8.2 Ton de peso, comúnmente llamados ESALs. (MTC, 2013); (anexo N°2) tabla de conteo vehicular tramo en estudio.

Tabla 13. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 Calzada (para el IMDA total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 Calzadas con separador central (para el IMDA total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: (MTC, 2013)

Factor Fca = $(1+r)^n - 1/r$

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento

n = Periodo de diseño

Se consideró para un periodo de diseño de 20 años, y las tasas de crecimiento fueron obtenidas del INEI, datos que se muestran a continuación:

Tabla 14. Tasa de crecimiento poblacional y producto bruto interno

TASA DE CRECIMIENTO Y PBI	
TCP	2.2
PBI	2.6

Fuente. Instituto Nacional de Estadística e Informática

El Factor de Vehículo Pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), se determinó de acuerdo a la configuración de ejes de los vehículos. Para pavimentos rígidos se tiene:

Tabla 15. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimento Rígidos

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EE8.2ton)
Eje Simple de Ruedas simples (EE1)	$[P/6.6]^{4.1}$
Eje Simple de Ruedas dobles (EE2)	$[P/8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles+1 eje rueda simple) (EETA1)	$[P/13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 eje ruedas dobles) (EETA2)	$[P/13.3]^{4.1}$
Eje Tridem (2 eje ruedas dobles+1 eje rueda simple) (EETR1)	$[P/16.6]^{4.0}$
Eje Tridem (3 eje ruedas dobles) (EETR1)	$[P/17.5]^{4.0}$

P= Peso real por eje en toneladas

Fuente: (MTC, 2013)

Tabla 16. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalente de 8.2 Tn, en el carril de diseño

TIPOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P0}	> 75,000 EE y ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE y ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE y ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE y ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE y ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE y ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE y ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE y ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE y ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE y ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE y ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE y ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE y ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE y ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE y ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	> 25'000,000 EE y ≤ 30'000,000 EE

Fuente: (MTC, 2013)

➤ **Desviación normal estándar y confiabilidad**

La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad, que equivale a incrementar en una proporción el transito previsto a lo largo del periodo de diseño (MTC, 2013).

Tabla 17. Valores de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	50,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
RESTO DE CAMINOS	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	30,000,000	85%	-1.036

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	> 30'000,000		95%	-1.645

Fuente: (MTC, 2013)

➤ **Error estándar combinado en la predicción del tránsito**

El valor del Error estándar combinado, está comprendido entre $0.30 < S_0 < 0.40$, el manual de carreteras, sección suelo y pavimentos recomienda utilizar $S_0 = 0.35$.

➤ **Serviciabilidad**

Se define como la capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, Este parámetro sintetiza el criterio de diseño AASHTO, caracteriza el servicio con dos parámetros: índice de servicio inicial (Pi) e índice de servicio final o terminal (Pt).

Tabla 18. Serviabilidad inicial, final y diferencia de ambas

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)	DIFERENCIA DE SERVICIABILIDAD (APSI)
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	50,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	30,000,000	4.30	2.50	1.80

TIPO DE CAMINOS	TRAFIC O	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pf)	DIFERENCIA DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	
RESTO DE CAMINOS	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15	> 30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: (MTC, 2013)

➤ **Resistencia a flexotracción del concreto (Mr)**

Tabla 19. Valores de resistencia del concreto según el rango de trafico

Rangos de tráfico expresado en EE	Resistencia mínima a la flexotracción del concreto (Mr)	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (f'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE Y ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: (MTC, 2013)

El valor del módulo de rotura del concreto se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$Mr = a \sqrt{f'c} \text{ (valores en kg/cm}^2\text{)}$$

Donde los valores de “a” varían entre 1.99 y 3.18

➤ **Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa**

Según AASHTO 93 indica que el modulo elástico puede ser estimado usando una correlación, precisando la correlación recomendada por ACI.

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

➤ **Coefficiente de drenaje**

Tabla 20. Condiciones de drenaje

Calidad de Drenaje	50 % de Saturación en:	85 % de Saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 A 5 horas
Regular	1 semana	5 A 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy Pobre	el agua no drena	mucho más de 10 horas

Tabla 21. Coeficiente de drenaje de las capas granulares Cd

Calidad de Drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25 %	> 25 %
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy Pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

➤ **Coefficiente de transmisión de carga en las junta.**

Tabla 22. Espesor de junta en pavimentos

Tipo de berma	J			
	Granular o Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valores de J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
J	1.2	3.8 - 4.4	2.8	3.2

➤ **Módulo de reacción de la subrasante**

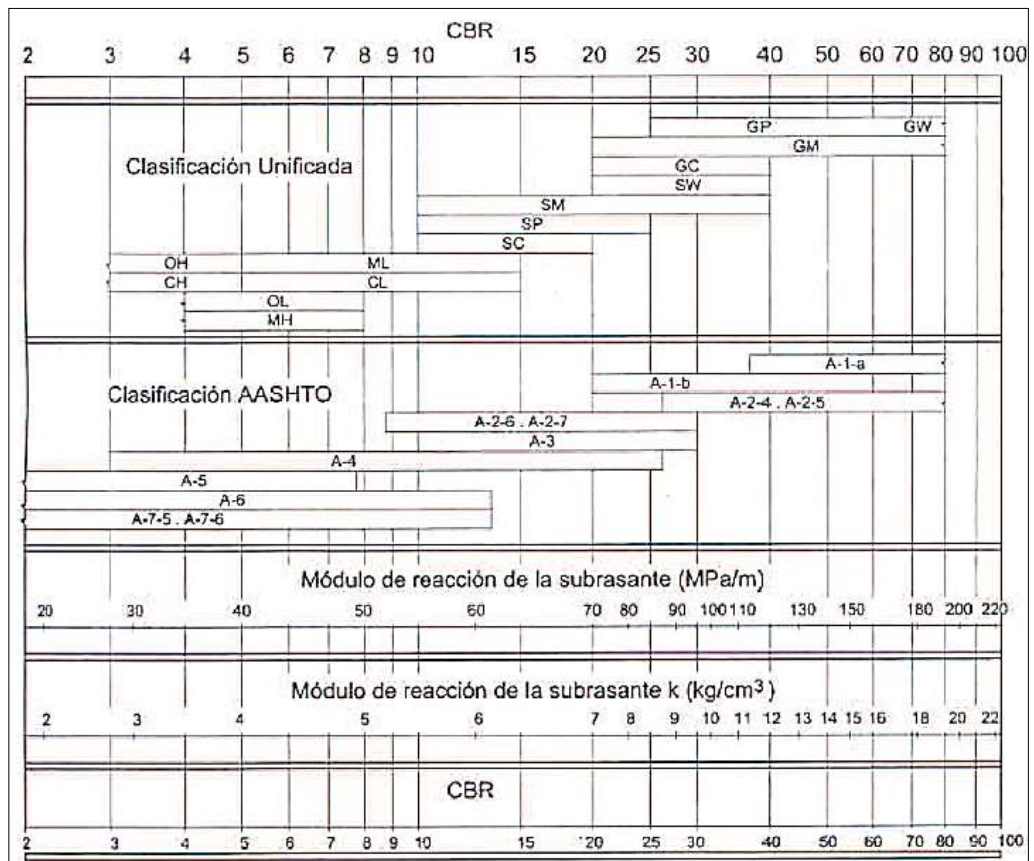


Figura 7. Correlación C.B.R y Modulo de Reacción de la Subrasante

2.8.3.3 Pavimento reforzado

Ventajas y beneficios de la aplicación de geomalla.

En la presente investigación se propuso un diseño de pavimento rígido reforzado con geomalla multiaxial *TX 130S*, debido a que la capacidad de reacción de soporte de la subrasante, obtenida en los ensayos es inadecuada y con la aplicación de geomalla se tienen ventajas y beneficios para que se mejore.

+ Ventajas del diseño con geomalla

- Aumentar la vida útil de la estructura inicial.
- Disminuir espesores de granulares al reemplazar parte de estos por el aporte que genera la geomalla.
- Disminución del impacto ambiental cuando se disminuye el espesor de granulares ya que éste es un recurso natural no renovable.

+ Beneficios del empleo de geomalla

Se han identificado tres mecanismos fundamentales de refuerzo que implica el uso de geomalla para reforzar materiales de pavimento: Confinamiento lateral, la mejora de la capacidad de carga, y el efecto de membrana tensada (Mera, 2017).

➤ Confinamiento Lateral.

Se refiere al confinamiento del material agregado durante la carga, lo que restringe el flujo lateral del material por debajo de la carga. Este mecanismo se produce entre las partículas del agregado y la geomalla de refuerzo. Al aumentar el confinamiento lateral e impedir el desplazamiento lateral de las partículas, aumenta el módulo de la capa granular sobre la geomalla. Además, se reducen las deformaciones verticales y las fisuras en la superficie de rodadura. (Mera, 2017)

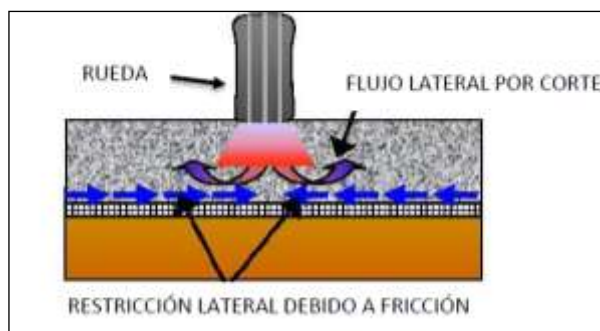


Figura 8. Confinamiento lateral (Mera, 2017)

Se debe tener en cuenta que este confinamiento generado crea una capa de material más rígida; entonces se debe tener conciencia en la importancia de la forma y tipo de abertura para tener un mejor comportamiento del material, el resultado será distinto para cada tipo de geomalla. Es importante mencionar que se tendrá un confinamiento “máximo” en la zona próxima al elemento de refuerzo; mientras que a medida que nos alejamos de este, este efecto irá disminuyendo. (Valencia, 2009)

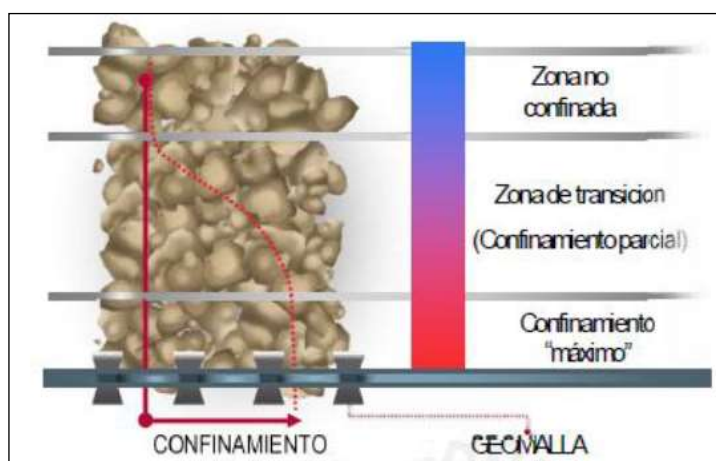


Figura 9. Distribución de zona de confinamiento (Valencia, 2009)

➤ **Mejoramiento de la capacidad portante.**

Se consigue desplazando la superficie de falla, ubicado inicialmente en la subbase relativamente débil al material de capa base relativamente fuerte o mayor resistencia, en este caso la capa granular (USACE 2003).

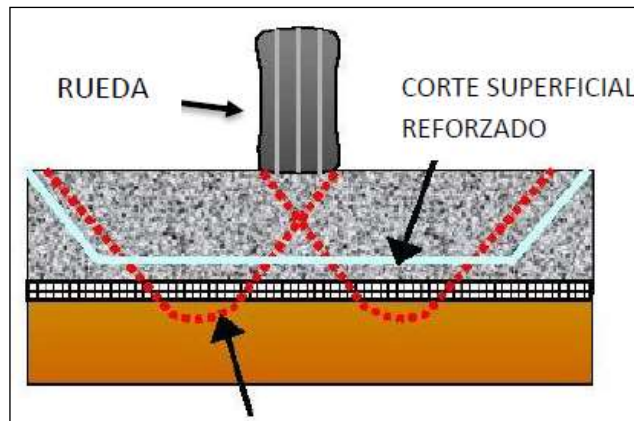


Figura 10. Mejoramiento de la capacidad portante (USACE 2003).

Esto es posible ya que la rigidez de la geomalla permite la redistribución de las cargas en un área mayor, disminuyendo los esfuerzos que el material blando debe soportar. Este mecanismo es considerado al momento de trabajar en vías pavimentadas o cuando la capacidad portante de la subrasante es muy baja, también se le conoce como efecto del “Zapato de nieve” por su similitud con este objeto utilizado en algunos países para poder caminar sobre la nieve (TENSAR 2013).



Figura 11. Efecto de zapato de nieve (TENSAR 2013)

➤ **Efecto de tensado de la membrana.**

Se basa en el concepto de una distribución de la tensión de tracción vertical, se origina cuando se presenta una deformación considerable en el terreno natural debido a cargas vehiculares

presentes sobre la vía, en este se desarrollan esfuerzos importantes que son soportados por la resistencia a la tensión que tiene el refuerzo (USACE 2003).

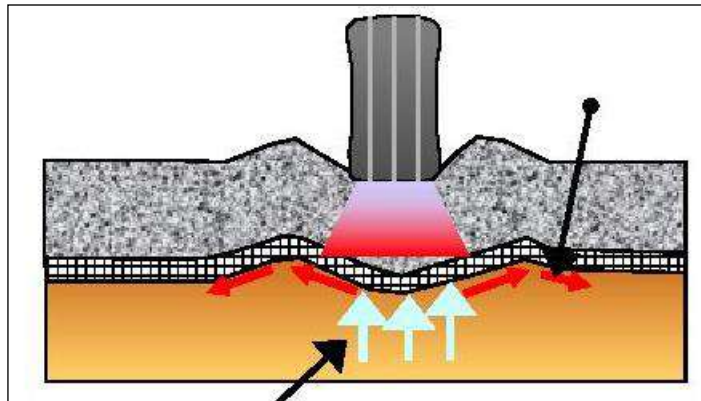


Figura 12. Efecto del tensado de la membrana

Este mecanismo se activa para altos niveles de deformación, generalmente ocurre en vías pavimentadas donde la subrasante es inadecuada, y después de que la vía ha soportado un elevado número de cargas debido al tráfico. Esto se debe a que en vías pavimentadas, la deformación necesaria para movilizar este sistema de refuerzo es mucho mayor a la que se espera sin que se generen consecuencias perceptibles por el usuario. Por tal razón se debe considerar que, en aplicaciones de la geomalla como mejoramiento de la subrasante, se deberá considerar el mejoramiento de la capacidad portante, el efecto de membrana tensionada (Orrego, 2014).

Aplicabilidad de refuerzo en pavimentos

El primer paso en el diseño de un sistema de pavimento reforzado eficiente, es determinar las propiedades de la subrasante o terreno natural, incluyendo la distribución de tamaño de partículas, resistencia o capacidad de soporte de subrasante, además de determinar la expansión de los suelos. (Mera, 2018)

La resistencia de diseño de la subrasante se define como el 75% de la parte superior de 18 pulgadas (45 cm) de la capa subrasante. El valor de la resistencia del 75%, se presenta cuando el 75% de las

lecturas de resistencia reportadas del suelo son superiores a ese valor.

Terreno natural con $0.5\% < \text{C.B.R} < 2.0\%$, tanto la estabilización mecánica como el reforzamiento son útiles. Un geotextil no tejido se recomienda para la separación con resistencias de C.B.R de 2.0 o menos. El uso de una geomalla para el refuerzo también es generalmente rentable con C.B.R como estos, en términos de ahorro. Así, para este nivel de resistencia, tanto un geotextil y geomalla se recomienda en general, y el espesor total se puede reducir usando el apropiado factor de capacidad de soporte reforzado (Mera, 2017)

Terreno natural con $\text{C.B.R} > 4.0$. La investigación ha indicado que existe un potencial significativo con el refuerzo en estos valores de resistencia. Sin embargo cuantificar los beneficios aun no es concluyente. La principal aplicación de la geomalla es estos valores de resistencia es el refuerzo en capas de agregados, sub-bases y bases. Debe realizarse una investigación adicional que lleve a cabo un análisis de costo del ciclo de la vida del pavimento, y así poder llevar a cabo la viabilidad económica con refuerzo de geomalla (USACE 2003).

2.8.3.4 Metodología de diseño de pavimento reforzado

El diseño de un sistema de pavimento reforzado eficiente, involucró determinar las propiedades físicas mecánicas de la subrasante o terreno natural, incluyendo la distribución de tamaño de partículas, Plasticidad, Expansión y California Bearing Ratio (C.B.R).

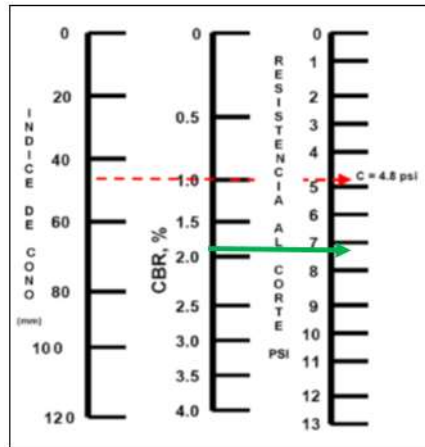


Figura 13. Relación entre índice de cono, C.B.R y resistencia al corte (USACE, 2003).

Cargas de tránsito de vehículos militares típicas.				
Tipo de Vehículo	Peso total del vehículo Lb	Carga por Diseño de la Rueda ¹ , Lb		
		Rueda sencilla	Rueda Dual	Tándem
M54A2C, 6 x 6, 5-Ton Cargo Truck	40,200	5,000	--	16,000
M929A1, 6 x 6, 5-Ton Dump Truck	35,085	6,000	--	12,000
M1082, 4 x 4, Semitrailer Fuel Truck	64,800	--	--	34,000
M172A1, 4 x 4, 25-Ton Semitrailer	66,600	--	--	42,000
M872A1-3, 6 x 6, 34-Ton Semitrailer	86,440	--	--	57,000
M870, 6 x 6, 40-Ton Semitrailer	96,000	--	--	57,000
M747, 8 x 8, 60-Ton HET Semitrailer	152,000	--	--	27,000
M1000, 8 x 8, 70-Ton HET Semitrailer	190,400	--	--	37,000
621E, 14-18 cu. yd. Caterpillar Scraper	115,195	32,000	--	--
RTCH, 50,000 lb	166,800	69,000	--	--

[1] Cargas por diseño de ruedas para carreteras con refuerzo de geotextiles. Utilice 1/2 del máximo de una sola rueda o rueda doble del eje de carga. Para ejes múltiples, utilice 1/2 del total de la carga más pesada sobre los 2 ejes adyacentes; y trate como una carga de ruedas en tándem.

Figura 14. Carga de vehículos militares (USACE, 2003).

El factor de capacidad portante No reforzada (N_c) es de 2.8. El factor de capacidad con refuerzo utilizando geotextil es de 5.0. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que este factor debe ser reducido a aproximadamente 3.6 para diseños conservadores. El factor de capacidad (N_c), cuando se utiliza geomalla como refuerzo es de 5,8. Los factores de capacidad se resumen en la figura 14, de acuerdo a las condiciones del subsuelo (USACE 2003).

Factores de capacidad de carga reforzada, N_c^1, para pavimentos con superficie de agregados (BASE)			
Paso 1: Determinar la resistencia de diseño del subsuelo y la aplicabilidad de los geosintéticos.			
CBR ≤ 0.5	0,5 < CBR ≤ 2.0	2,0 < CBR ≤ 4.0	CBR > 4.0
Use un geotextil y una geomalla en la interfase del subsuelo y la base. La reducción del espesor de la base no se recomienda. Utilice TM 5-822-12 para el diseño de los espesores.	Tanto una geomalla y un geotextil son recomendados. Utilice este procedimiento de diseño para el cálculo del espesor total con reducción. <u>Geotextil</u> = 5.0 ³ <u>Geomalla</u> = 5.8 <u>Ambos</u> ² = 5.8	Un geotextil se requiere para subsuelos finos. La geomalla también puede ser rentable. Lívese a cabo de análisis de costos. <u>Geotextil</u> = 5.0 ³ <u>Geomalla</u> = 5.8 <u>Ambos</u> = 5.8	Realizar un análisis de costos. Considere los beneficios "No establecidos". La escasez de datos NO está disponible para determinarlos.
[1] El factor de capacidad de soporte sin refuerzo, N_c , es 2.8. [2] Tanto un geotextil y una geomalla se recomiendan. El geotextil sirve principalmente como una separación. [3] Utilice un factor de 3,6 para diseños de pavimentos reforzados con geotextiles conservadores.			

Figura 15. Factores de capacidad de carga reforzada (N_c) (USACE, 2003).

Costillas	Espesor	Mientras más gruesa sea, es mejor.
	Rigidez	Mientras más rígida sea, es mejor.
	Forma	La forma rectangular es mejor.
Apertura	Tamaño	Depende del relleno, se debe asegurar la trabazón.
	Forma	Circular o Cuadrada es mejor.
	Rigidez	Una mayor rigidez es mejor.
Unión	Resistencia	Alta comparada con las costillas (>90%)
General	Rigidez Torsional	Mientras más alta sea, es mejor.
	Estabilidad de la apertura	Cuando es más alta es mejor.

Figura 16. Propiedades de la geomalla que afectan su comportamiento (Valencia, 2009)

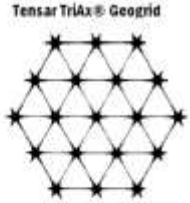
CONDICIÓN	TRASLAPO MÍNIMO
CBR $\geq 3\%$	30 cm
1 < CBR < 3%	60 cm
0.5 < CBR $\leq 1\%$	90 cm
CBR ≤ 0.5	Unión mecánica
Todo final de rollo	0.90 m ¹

Figura 17. Traslado mínimo de geomalla (INVIAS, 2012)

Tensor International Corporation reserves the right to change its product specifications at any time. It is the responsibility of the person specifying the use of this product and of the purchaser to ensure that product specifications relied upon for design or procurement purposes are current and that the product is suitable for its intended use in each instance.

General

- The geogrid is manufactured from a punched polypropylene sheet, which is then oriented in three substantially equilateral directions so that the resulting ribs shall have a high degree of molecular orientation, which continues at least in part through the mass of the integral node.
- The properties contributing to the performance of a mechanically stabilized layer include the following:



Index Properties	Longitudinal	Diagonal	General
<ul style="list-style-type: none"> Rib pitch⁽¹⁾, mm (in) Rib shape Aperture shape 	33 (1.30)	33 (1.30)	Rectangular Triangular
Structural Integrity			
<ul style="list-style-type: none"> Junction efficiency⁽²⁾, % Isotropic Stiffness Ratio⁽⁴⁾ Radial stiffness at low strain⁽³⁾, kN/m @ 0.5% strain (lb./ft @ 0.5% strain) 			93 0.6 200 (13,708)
Durability			
<ul style="list-style-type: none"> Resistance to chemical degradation⁽⁵⁾ Resistance to ultra-violet light and weathering⁽⁷⁾ 			100% 70%
Dimensions and Delivery			
The TX geogrid shall be delivered to the jobsite in roll form with each roll individually identified and nominally measuring 3.0 meters (9.8 feet) and/or 4.0 meters (13.1 feet) in width and 75 meters (246 feet) in length and 4.87 meters (16 feet) in width by 100 meters (328 feet) in length.			

Figura 18. Propiedades de la geomalla multiaxial TX 130S
(TENSAR, 2014).

Finalmente se determinó el espesor total de base requerida, utilizando la figura 13 para un camión semitrailer M172A1 de eje tándem, respectivamente. La capacidad de soporte del subsuelo (CNc) se determinó multiplicando la resistencia al corte (C) en psi por el factor de capacidad de soporte apropiado (Nc). La curva de diseño apropiada de las figura 18, se introdujo la capacidad de terreno natural (CNc) del valor en el eje X; se trazó una línea vertical desde la capacidad de soporte del terreno natural a la curva de diseño adecuado del peso. Una línea horizontal se proyectó desde ese punto de intersección con el espesor total requerido en pulgadas en el eje Y. El espesor requerido de agregado para la condición no reforzada siempre se determinó con Nc de 2.8 como una base para comparar los ahorros relativos de la propuesta de diseño reforzado. El diseño reforzado se calculó utilizando el Nc apropiado dependiendo del tipo de refuerzo recomendado. El espesor mínimo total es de 6 pulgadas recomendado (USACE 2003).

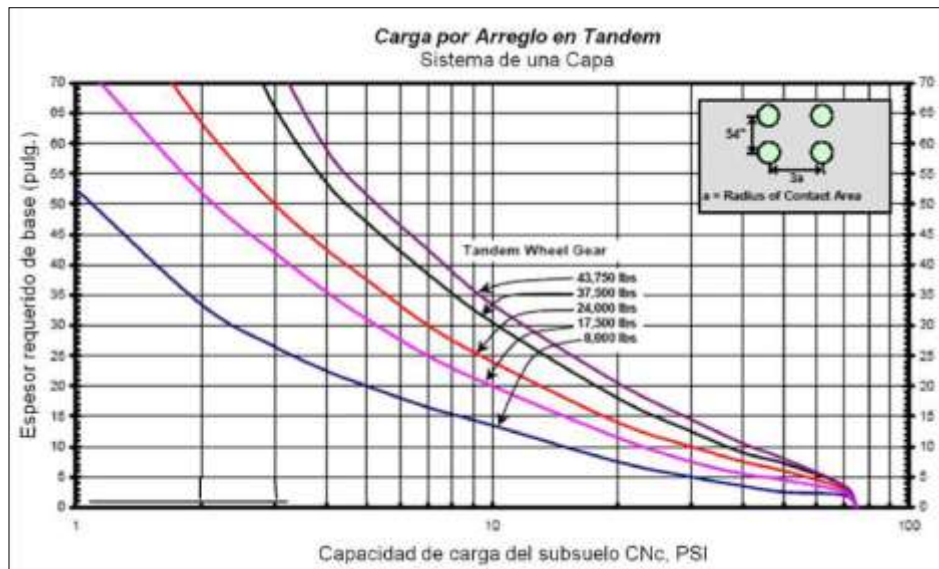


Figura 19. Diseño de pavimentos para cargas de ruedas en tándem (USACE, 2003).

2.9 Análisis de datos

En esta investigación se realizó el inventario de fallas y/o deterioros de la superficie del de la estructura del pavimento rígido, con el cual se determinará la condición de la capa de rodadura y la elaboración de tablas comparativas de acuerdo a los datos recogidos por falla encontrada en las cuarenta losas.

El estudio de mecánica de suelos permitió determinar las propiedades físico – mecánicas, las cuales se clasificarán de acuerdo a los parámetros establecidos en las normas de MTC, se determinó y clasificó el C.B.R que presenta el área en estudio.

III. RESULTADOS

3.1 Área de estudio

La presente investigación desarrolló la evolución de fallas del pavimento rígido y el estudio de las propiedades físico-mecánicas del suelo de la cuadra siete del jirón Tres Esquinas, Chachapoyas.

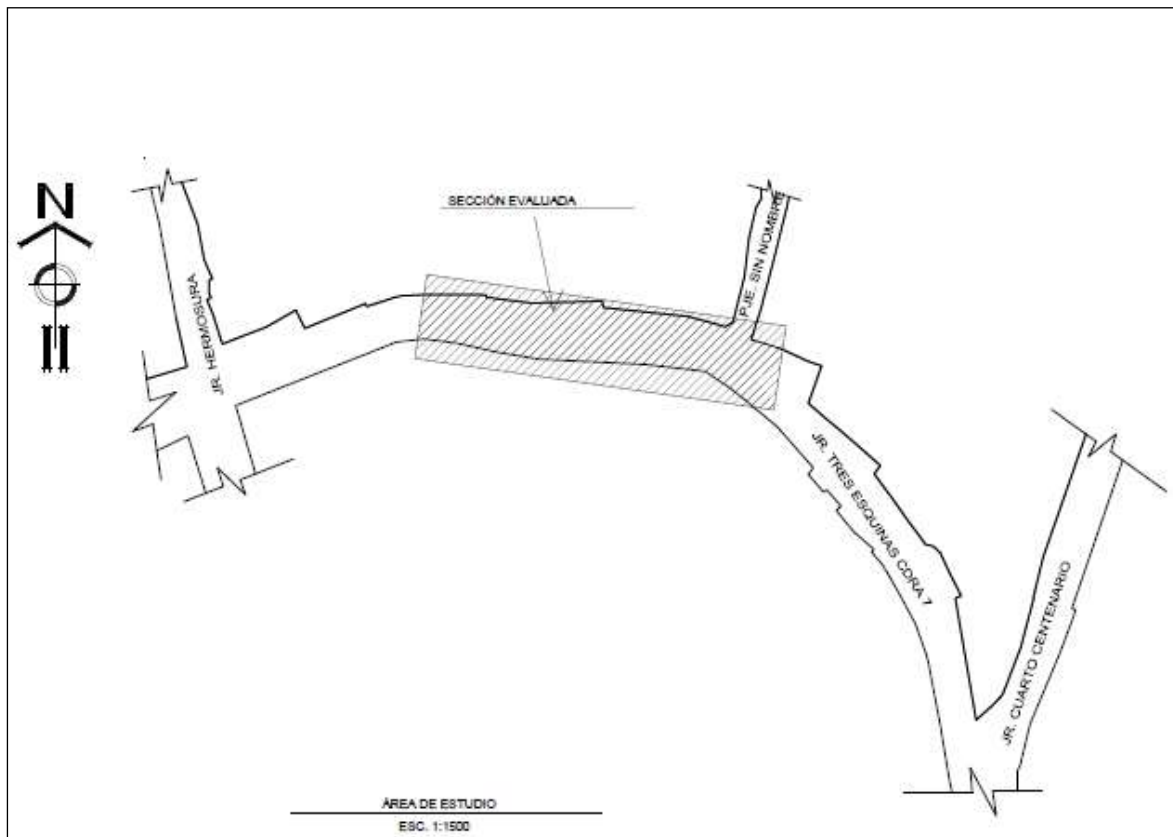


Figura 20. Área evaluada

3.2 Recolección de información

3.2.1 Condición superficial del pavimento

Se realizó el inventario de condición, recogiendo datos para cada una de las fallas que presenta la capa de rodadura del pavimento rígido, por cada tipo y por su nivel de gravedad de daño o deterioro, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 23. Fallas que se encontraron en el área de evaluación

Tipo de deterioro o falla	Desnivel entre losas		Fisuras longitudinales		Fisuras transversales		Fisuras de esquina		Fisuras oblicuas		Reparaciones o parchados		
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	A	
Nivel de gravedad	1	16.5	0.1	14.86	0.1	11.74	0.1	17.6	0.1	8.85	0.1	0	0
	2	17.86	0.3	8.76	0.3	14.62	0.3	12.8	0.3	27.64	0.3	0	0
	3	21.22	0.5	21.64	0.5	25.65	0.5	17.38	0.5	19.12	0.5	0	0

Tabla 24. Fallas que se encontraron en el área de evaluación

Tipo de deterioro o falla	Despostillamiento de juntas		Desprendimiento		Baches (huecos)	Tratamiento superficial		
	L	F	L	A	Cantidad	L	A	
Nivel de gravedad	1	12.59	0.1	5.5	0.27	4	0	0
	2	14.05	0.3	11	1.7	2	0	0
	3	17.6	0.5	0	0	2	0	0

Tabla 25. Fallas que se encontraron en el área de evaluación

Tipo de deterioro o falla	Daños puntuales		Desnivel calzada-berma	
	L	A	Longitud	
Nivel de gravedad	1	0	0	28.41
	2	0	0	13.7
	3	0	0	18.56

a) Desnivel entre losas



Figura 21. Desnivel entre Losas

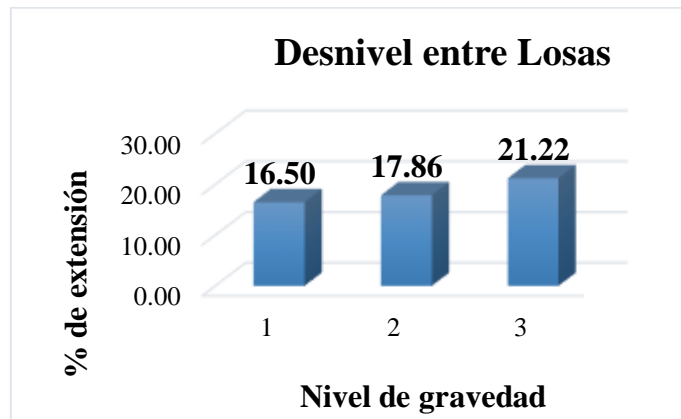


Figura 22. Densidad de desnivel entre losas

b) Fisuras longitudinales



Figura 23. Fisura Longitudinal

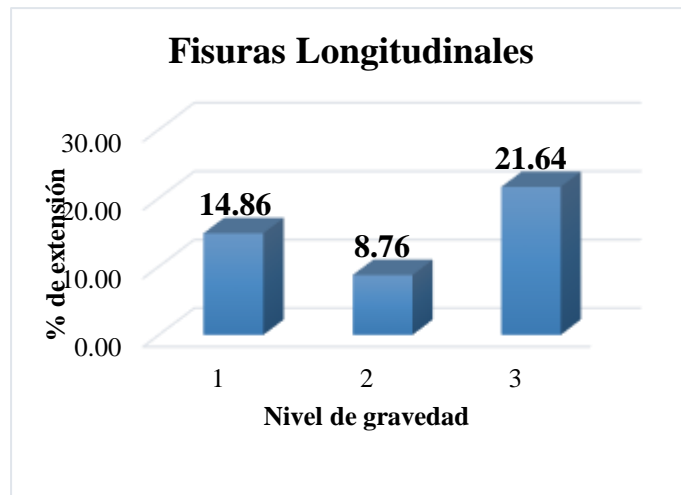


Figura 24. Densidad de Fisuras Longitudinales

c) Fisuras transversales



Figura 25. Fisura Transversal

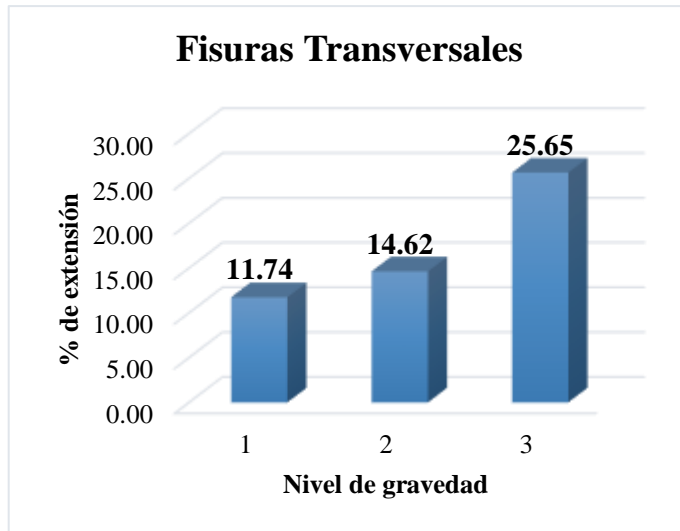


Figura 26. Densidad de Fisuras Transversales

d) Fisuras de esquina



Figura 27. Fisura de esquina

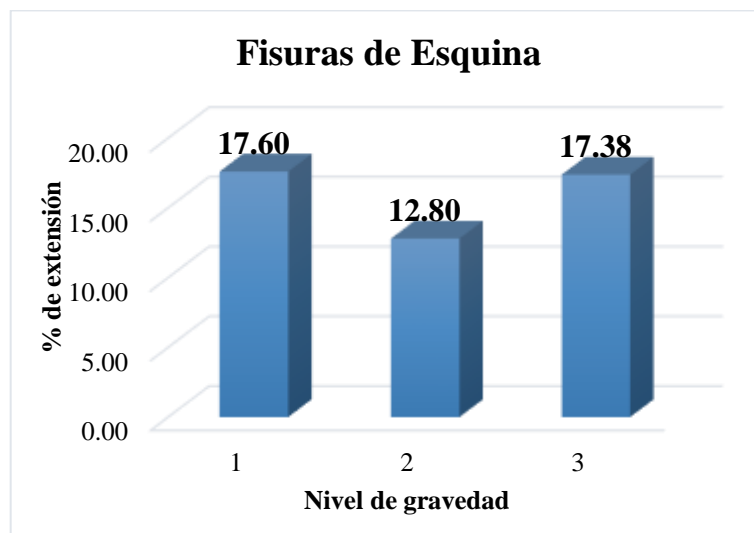


Figura 28. Densidad de fisura de esquina

e) Fisuras oblicuas



Figura 29. Fisura Oblicua

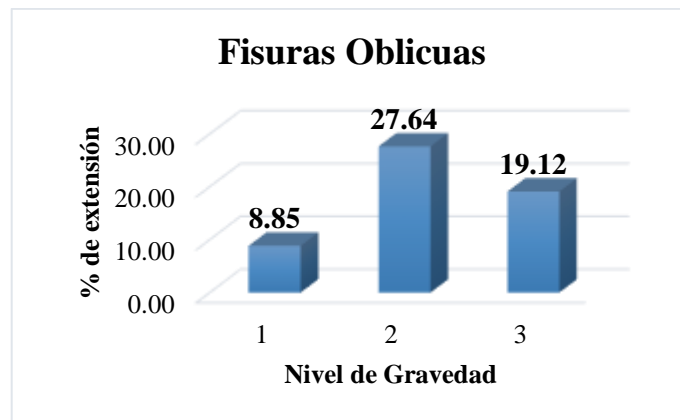


Figura 30. Densidad de fisuras oblicuas

f) Reparaciones o parchados

En el inventario de fallas no se encontró daños de este tipo; por lo tanto tampoco se pudo determinar la gravedad de daño.

g) Despostillamiento de juntas



Figura 31. Despostillamiento de junta

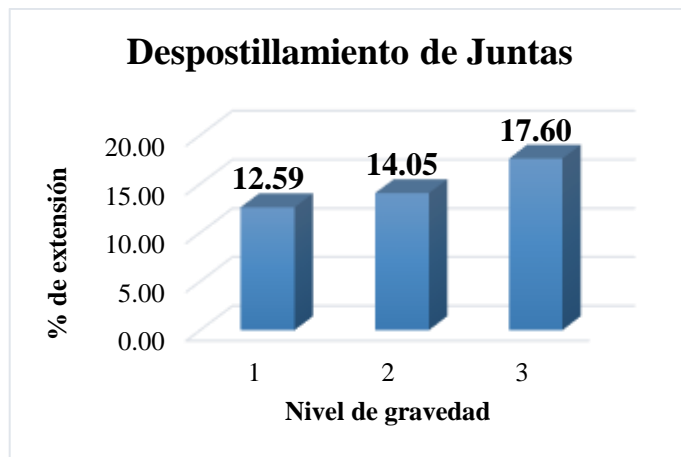


Figura 32. Densidad de Despostillamiento de junta

h) Desprendimiento



Figura 33. Desprendimiento

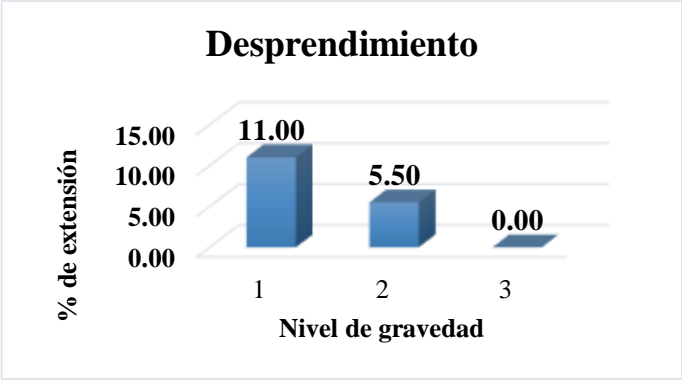


Figura 34. Densidad de desprendimiento

i) Baches (huecos)



Figura 35. Bache o hueco

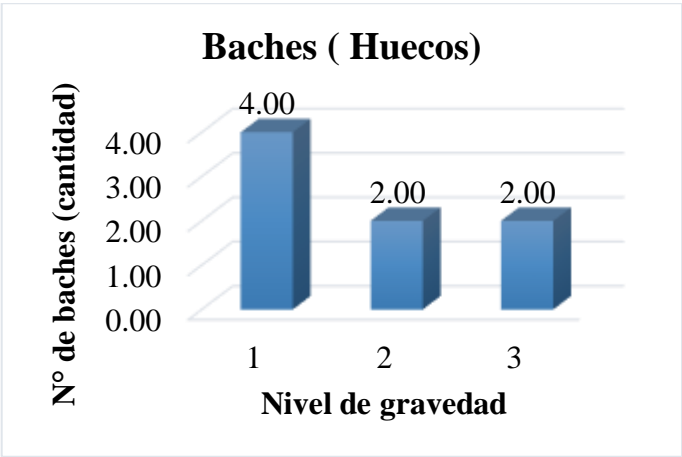


Figura 36. Densidad de baches o huecos

j) Tratamiento superficial

En el inventario de fallas no se encontró daños de este tipo; por lo tanto tampoco se pudo determinar la gravedad de daño.

k) Daños puntuales

En el inventario de fallas no se encontró daños de este tipo; por lo tanto tampoco se pudo determinar la gravedad de daño.

l) Desnivel calzada berma



Figura 37. Desevel entre calzada – berma

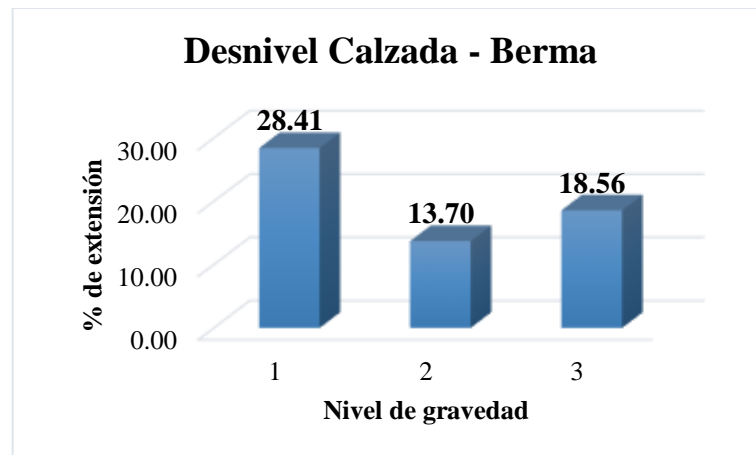


Figura 38. Densidad calzada – berma

3.2.1.1 Distribución de frecuencias

En este aspecto usaremos distribución de frecuencias, haciendo uso del software statistix v8.0 donde se muestra una presentación de la incidencia de fallas en cada losa estudiada, de acuerdo a cada tipo de falla y por nivel de gravedad de daño.

Tabla 26. Distribución de frecuencias en desnivel entre losas

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	8	20.0	8	20.0
1	11	27.5	19	47.5
2	13	32.5	32	80.0
3	8	20.0	40	100.0
Total	40	100.0		

Tabla 27. Distribución de frecuencias en fisuras longitudinales

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	10	25.0	10	25.00
1	11	27.5	21	52.50
2	14	35.0	35	87.50
3	5	12.5	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 28. Distribución de frecuencias en fisuras transversales

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	12	30.0	12	30.00
1	10	25.0	22	55.00
2	15	37.5	37	92.50
3	3	7.5	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 29. Distribución de frecuencias en fisuras en esquina

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	14	35.0	14	35.00
1	15	37.5	29	72.50
2	7	17.5	36	90.00
3	4	10.0	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 30. Distribución de frecuencias en fisuras oblicuas

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	13	32.5	13	32.50
1	12	30.0	25	62.50
2	13	32.5	38	95.00
3	2	5.0	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 31. Distribución de frecuencias en reparaciones o parchados

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	40	100.0	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 32. Distribución de frecuencias en despostillamiento de juntas

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	17	42.5	17	42.50
1	11	27.5	28	70.00
2	7	17.5	35	87.50
3	5	12.5	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 33. Distribución de frecuencias en desprendimiento

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	24	60.0	24	60.00
1	9	22.5	33	82.50
2	4	10.0	37	92.50

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
3	3	7.5	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 34. Distribución de frecuencias en baches o huecos

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	32	80.0	32	80.00
1	8	20.0	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 35. Distribución de frecuencias en tratamiento superficial

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	40	100.0	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 36. Distribución de frecuencias en daños puntuales

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	40	100.0	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 37. Distribución de frecuencias en desnivel calzada berma

Nivel de Gravedad	Frecuencia	Porcentaje	Acumulativo	
			Frecuencia	Porcentaje
0	13	32.5	13	32.50
1	12	30.0	25	62.50
2	9	22.5	34	85.00
3	6	15.0	40	100.00
Total	40	100.0		

Tabla 38: Calificación de condición superficial del pavimento rígido (en la cual se presentan el puntaje de cada deterioro o falla)

Código de daño	Deterioros/fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros (Nij) Longitud de deterioro (Lij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m2) AS	Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión promedio ponderada	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro/falla			Puntaje de condición Resultante por cada tipo de deterioro/falla	
									0: Sin deterioros/fallas	1: Leve EFp = menor o a 10%	2: Moderado EFp= entre 10% y 30%		3: Severo EFp=mayor a 30%
Calzada Deterioro de fallas estructurales	1	Desnivel entre losas	1	0.35	7	70	490	24					
			2	0.414	7	70	490	26	30		X		99.00
			3	6.8	7	70	490	30					
	2	Fisuras longitudinales	1	0.46	7	70	490	21					
			2	4.119	7	70	490	13	26		X		86.00
			3	13.14	7	70	490	31					
	3	Fisuras transversales	1	0.474	7	70	490	17					
			2	2.919	7	70	490	21	32			X	100.00
			3	8.24	7	70	490	37					
	4	Fisuras de esquina	1	0.676	7	70	490	25					
			2	0.84	7	70	490	18	24		X		76.00
			3	5.13	7	70	490	25					

Código de daño	Deterioros/fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros (Nij) Longitud de deterioro (Lij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m2) AS	Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión promedio ponderada	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro/falla			Puntaje de condición Resultante por cada tipo de deterioro/falla
									0: Sin deterioros/fallas	1: Leve EFp = menor a 10%	2: Moderado EFp= entre 10% y 30%	
Calzada pavimentado rígido	5	Fisuras oblicuas	1	1.3	7	70	490	13				
			2	2.3	7	70	490	40	28		X	91.00
			3	23.1	7	70	490	27				
	6	Reparaciones o parchados	1	0	7	70	490	0				
			2	0	7	70	490	0	0			0.00
			3	0	7	70	490	0				
	7	Despostillamiento de juntas	1	0.1	7	70	490	18				
			2	1.8	7	70	490	20	24		X	40.00
			3	8.8	7	70	490	25				
8		Desprendimiento	1	0.9	7	70	490	11				
			2	18.7	7	70	490	6	11		X	12.00
			3	0	7	70	490	0				

Código de daño	Deterioros/fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro Aij (m2) Número de deterioros (Nij) Longitud de deterioro (Lij)	Ancho de la sección evaluada (m)	Longitud de la sección evaluada (m)	Área de la sección evaluada (m2) AS	Porcentaje de extensión del deterioro/falla (EFij)	Extensión promedio ponderada	Puntaje de condición según extensión de cada tipo de deterioro/falla			Puntaje de condición Resultante por cada tipo de deterioro/falla	
									0: Sin deterioros/fallas	1: Leve EFp = menor a 10%	2: Moderado EFp= entre 10% y 30%		3: Severo EFp=mayor a 30%
9	Baches (huecos)	1	4		70								
		2	2		70			8			X	100.00	
		3	2		70								
10	Tratamiento superficial	1	0	7	70	490	0						
		2	0	7	70	490	0	0				0.00	
		3	0	7	70	490	0						
Bermas pavimentadas y no pavimentadas	11	Daños puntuales	1	0	0.5	70	35	0					
			2	0	0.5	70	35	0	0				0.00
			3	0	0.5	70	35	0					
12	Desnivel calzada-berma	1	28		70		41						
		2	14		70		20	34			X	100.00	
		3	19		70		33						
PUNTAJE DE CONDICIÓN											704.00		

Fuente: Manual de carreteras “Mantenimiento o Conservación vial”

3.2.2 Propiedades físico- mecánicas del suelo

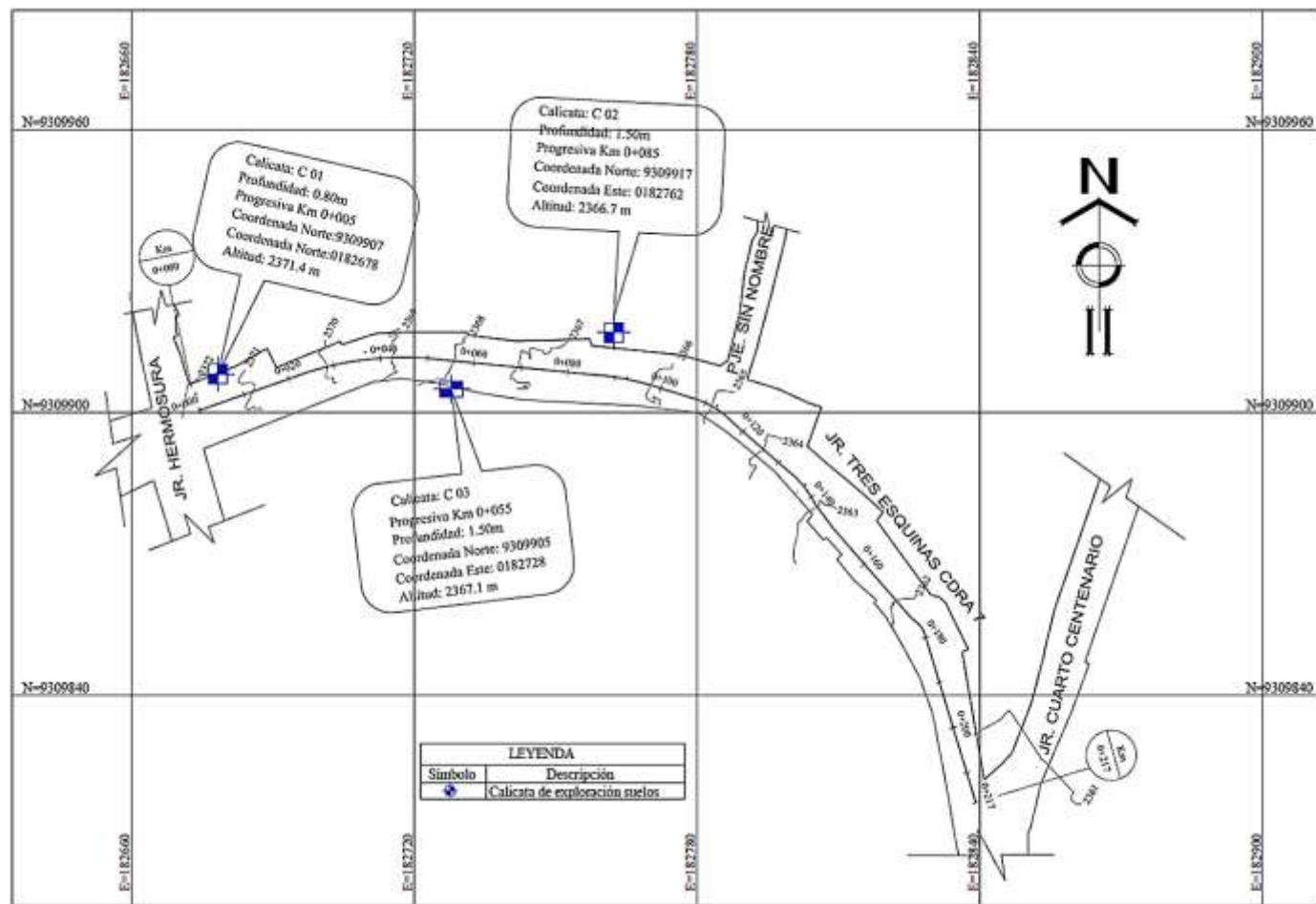


Figura 39. Plano de calicatas

3.2.2.1 Resultados de las propiedades mecánicas del suelo

Los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de suelos y Concreto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de Amazonas, permitieron determinar las propiedades físico – mecánicas de los suelos de las cuadra sienta del jirón Tres Esquinas Chachapoyas.

Tabla 39. Resultados suelos Calicata 01, estrato 01

Ensayos de mecánica de suelos		Calicata - 01		Manual suelos y pavimentos, MTC
		Estrato - 01		
Contenido de Humedad Promedio (%)		13.2		> Óptimo Contenido de Humedad
Análisis Granulométrico por Tamizado	Características	Grava (%)	9.9	
		Arenas (%)	9.3	
		Finos (%)	80.9	
	Clasificación	SUCS	CL	
		AASHTO	A-6 (9)	Pobre
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)	34		
	Límite plástico (%)	21		
	Índice de Plasticidad (%)	13		Media
Expansión del suelo (%)		4%		Media
Próctor Modificado	Método de Compactacion	"A"		
	Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.948 g/cm ³		
	Óptimo contenido de humedad (%)	9.9%		< Contenido de Humedad Promedio
C.B.R		3.4%		Subrasante Pobre

Tabla 40. Resultados suelos Calicata 2, estrato 1

Ensayos de mecánica de suelos		Calicata- 2		Manual suelos y pavimentos, MTC
		Estrato - 1		
Contenido de Humedad Promedio (%)		12.7		*
Análisis Granulométrico por Tamizado	Características	Grava (%)	0.00	
		Arenas (%)	0.00	
		Finos (%)	51.70	
	Clasificación	SUCS	CL	
		AASHTO	A-4 (3)	Regular

Ensayos de mecánica de suelos		Calicata- 2	Manual suelos y pavimentos, MTC
		Estrato - 1	
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)	32	
	Límite plástico (%)	22	
	Índice de Plasticidad (%)	10	Media

Tabla 41. Resultados suelos Calicata 2, estrato 2

Ensayos de mecánica de suelos		Calicata - 2	Manual suelos y pavimentos, MTC	
		Estrato - 2		
Contenido de Humedad Promedio (%)		21.28	> Óptimo Contenido de Humedad	
Análisis Granulométrico por Tamizado	Características	Grava (%)	0.00	
		Arenas (%)	19.70	
		Finos (%)	80.30	
	Clasificación	SUCS	CL	
		AASH TO	A- 7 -6 (13)	Muy Pobre
Límites de Consistencia	Límite Líquido (%)	43		
	Límite plástico (%)	22		
	Índice de Plasticidad (%)	21	Alta	
Expansión del suelo (%)		12%	Alta	
Próctor Modificado	Método de Compactación	"A"		
	Máxima densidad seca (g/cm3)	1754 g/cm ³		
	Óptimo contenido de humedad (%)	7.9%	< Contenido de Humedad Promedio	
C.B.R		1.3%	Subrasante Inadecuada	

Tabla 42. Resultados suelos Calicata 3, estrato 1

Ensayos de mecánica de suelos		Calicata - 3	Manual suelos y pavimentos, MTC
		Estrato - 1	
Contenido de Humedad Promedio (%)		11.8	> Óptimo Contenido de Humedad
Análisis Granulométrico por Tamizado	Características	Grava (%)	5.6
		Arenas (%)	39.6
			Pobre

Ensayos de mecánica de suelos		Calicata - 3	Manual suelos y pavimentos, MTC
		Estrato -1	
		Finos (%)	54.8
	Clasificación	SUCS	CL
		AASHTO	A - 6 - (4)
Límites de Consistencia		Límite Líquido (%)	33
		Límite plástico (%)	22
		Índice de Plasticidad (%)	11
Expansión del suelo (%)		2.8%	Media
Próctor Modificado		Método de Compactación	"A"
		Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.004 g/cm ³
		Óptimo contenido de humedad (%)	11.8%
C.B.R		4.3%	Subrasante Pobre

3.2.2.2 Estadística descriptiva

En este aspecto usaremos estadística descriptiva, haciendo uso del software statistix v8.0 donde se muestra una presentación de los datos de las tres muestras por cada tipo de ensayo, los cuales tienen incidencia en la capacidad de reacción de soporte de la subrasante de la sección estudiada.

Tabla 43. Descripción de índice plástico del suelo de las muestras analizadas

Índice plástico	
N° de variables	3
Moda	15.0000
desviación estándar	5.2915
Varianza	28.0000
Mínimo	11.0000
Mediana	13.0000
Máximo	21.0000

Tabla 44. Descripción de la expansión del suelo de las muestras analizadas

Expansión	
N° de variables	3
Moda	6.2667
Desviación estándar	5.0013
Varianza	25.0130
Mínimo	2.8000
Mediana	4.0000
Máximo	12.0000

Tabla 45. Descripción de la expansión del suelo de las muestras analizadas

C.B.R	
N° de variables	3
Moda	3.0000
Desviación estándar	1.5395
Varianza	2.3700
Mínimo	1.3000
Mediana	3.4000
Máximo	4.3000

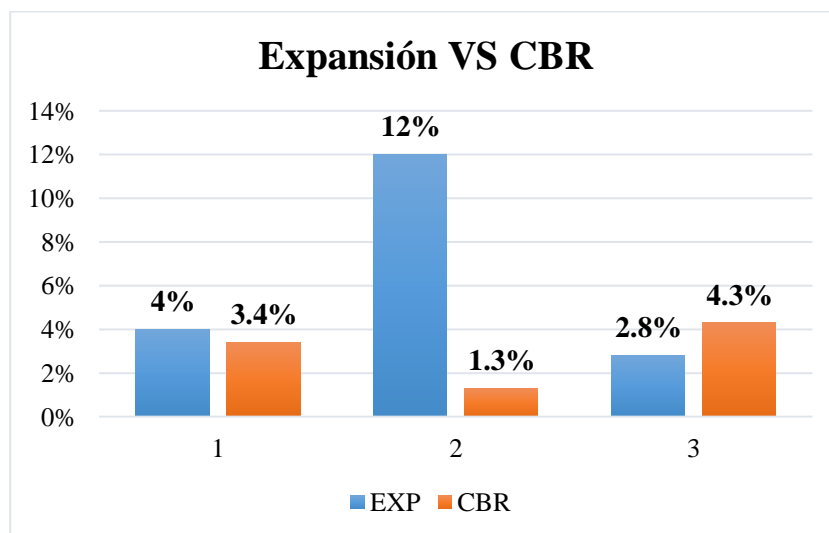


Figura 40. Gráfico de incidencia de la expansión en el C.B.R

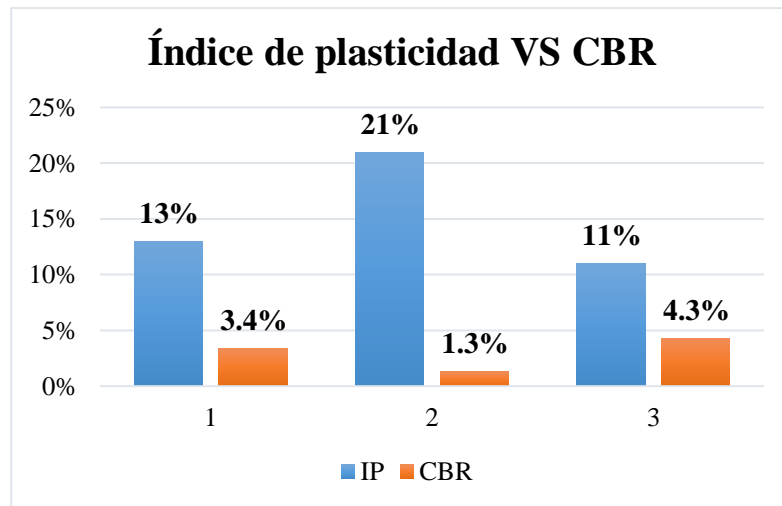


Figura 41. Gráfico de incidencia del índice plástico en el C.B.R

3.2.3 Alternativa de solución

Los datos que se obtuvo en la presente investigación, de acuerdo a los parámetros determinados en cada uno de ellos involucran plantear una alternativa de solución para en la estructura del pavimento rígido de la cuadra siete del jirón Tres Esquinas, teniendo en cuenta los datos obtenidos en estos.

Mediante la evaluación de las diferentes fallas o deterioros que se pudo encontrar; se determinó la condición superficial la cual se calificó como una condición mala y requiere de una reconstrucción o rehabilitación del pavimento.

Con los datos que se obtuvieron de los ensayos de suelos se clasificó a la subrasante como inadecuada de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma “manual de suelos y pavimento”. Lo cual el suelo necesita ser mejorado o reforzado debido a que no cumple con las características para soportar la solicitaciones de carga de diseño. Se planteó realizar un diseño con pavimento rígido reforzado con geomalla *TX 130S*.

3.2.3.1 Diseño de pavimento rígido

➤ Recopilación de información

El desarrollo de la investigación se inició con la recopilación de datos, para ello se estableció una estación de estudio o conteo en un punto del tramo, siendo este un lugar que se considere seguro. Luego se empezó a

tomar nota en los formatos respecto del número y tipo de vehículos que circulaban en una y otra dirección, señalándose la hora en la que pasaba el vehículo por la estación. Los conteos se realizan las 24 horas corridas. Pero en este caso que se tuvo conocimiento de la horas de mayor demanda, se contó por un periodo no menor de 2 horas, siendo el horario de conteo de: 6.00 AM.- 8.00 am, durante una semana.

De esta manera se totalizaron los conteos por horas, por volúmenes, por clases de vehículos, por sentido. Determinando la demanda por sentido, en ambos sentidos y la hora de máxima demanda. Proyectándose para 16 horas.

Tabla 46. Índice medio diario semanal

Día	Conteo Total/Semana								
	Ligeros				Pesados				
	Moto	Auto	Combi	Pickup	C2	C3	T2-S2	T3-S3	B3-1
Lunes	816	1112	152	408	120	56	32	40	24
Martes	560	976	120	216	64	24	40	8	24
Miércoles	528	912	80	320	152	72	64	40	24
Jueves	616	1072	248	184	144	40	24	24	32
Viernes	600	888	144	184	104	48	40	16	16
Sábado	496	776	160	224	112	56	32	40	32
Domingo	608	928	120	160	56	56	24	16	24
Total	4224	6664	1024	1696	752	352	256	184	176

Tabla 47. Conversión de motos a autos en índice medio diario semanal

Vehículo	Total	IMDS	IMDs x Fc	Equivalencia A Autos Por Peso	IMDa
Moto	4224	603	603	5 MOTOS = 1 AUTO = 120	1088
Auto	6664	952	952		
Combi	1024	146	146		148
Pickup	1696	242	242		246
C2	752	107	107		109
C3	352	50	50		51
T2-S2	256	37	37		37
T3-S3	184	26	26		27
B3-1	176	25	25		25
					1731

Tabla 48. Factores de corrección estacional para vehículos ligeros y pesados

FC: Factor de Corrección Estacional		
FC	V.L.	1.0146072
	V.P.	1.0139288

Tabla 49. Factor camión para pavimento rígidos según AASHTO 93

Vehic	Eje Del	Eje Posterior			Eje Del.	Eje Posterior			F. V. P
		Simple	Tandem	Tridem		Simple	Tandem	Tridem	
Auto	1	1			0.0004	0.0004			0.0008
Pickup	1.6	3.3			0.0016	0.0255			0.0271
Combi	1.6	3.4			0.0016	0.0262			0.0279
C2	7	11			1.2728	3.3348			4.6077
C3	7		18		1.2728		3.4580		4.7308
T2-S2	7	11	18		1.2728	3.3348	3.4580		8.0657
T3-S3	7		18	25	1.2728		3.4580	4.3162	9.0470
B2	7		16		1.2728		0.8599		2.1327

Tabla 50. Determinación de ejes equivalentes

Descripción.	IMDa	F. Carril	F. Direcc.	F. V. P	F.P.N.	F. Crec.	X 365	ESALS
AUTO	1088	1	0.5	0.0008	1	24.787	365	3,897
PICKUP	246	1	0.5	0.0271	1	24.787	365	30,136
COMBI	148	1	0.5	0.0279	1	24.787	365	18,713
C2	109	1	0.5	4.6077	1	25.803	365	2,363,453
C3	51	1	0.5	4.7308	1	25.803	365	1,135,872
T2S2	37	1	0.5	8.0657	1	25.803	365	1,408,409
T3S3	27	1	0.5	9.0470	1	25.803	365	1,135,458
B3 -1	25	1	0.5	2.1327	1	25.803	365	256,034
							EE	6,351,973

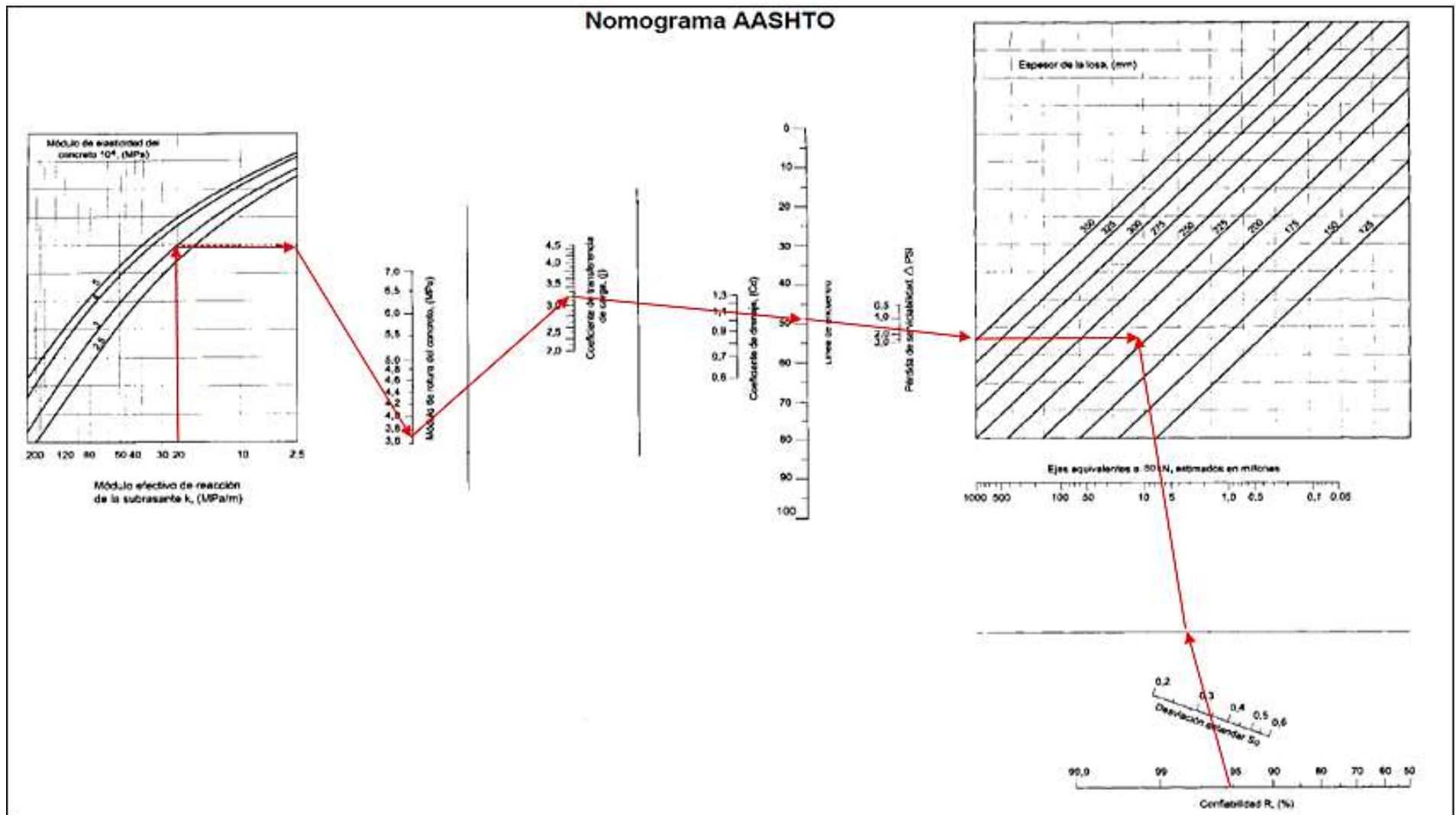


Figura 42. Nomograma de diseño AASHTO (según los parámetros determinados)

3.2.3.2 Diseño de pavimento reforzado con geomalla TX 130S

➤ **Vehículo diseño**

Se tuvo en cuenta uno de los vehículos más pesados de la composición del tránsito, se utilizó como vehículo de diseño un camión M172A1, 25 Tn eje tandem. (fig. 13)

➤ **Determinación del factor de capacidad portante reforzada (Nc).**

En este estudio se tomó en cuenta los factores de capacidad de carga presentados por USACE, el cual establece que para C.B.R con valores de $0.5 < \text{C.B.R} < 2.0$ se utilizará un factor de capacidad de carga $N_c = 5.8$. (fig. 14)

➤ **Determinación de la resistencia al corte de la subrasante (C).**

Para un C.B.R de 1.9%. Se tiene $C=7.4$ psi. (fig. 12)

➤ **Determinación del espesor total requerido**

Carga por diseño de la rueda (libras): 42000 lbs.

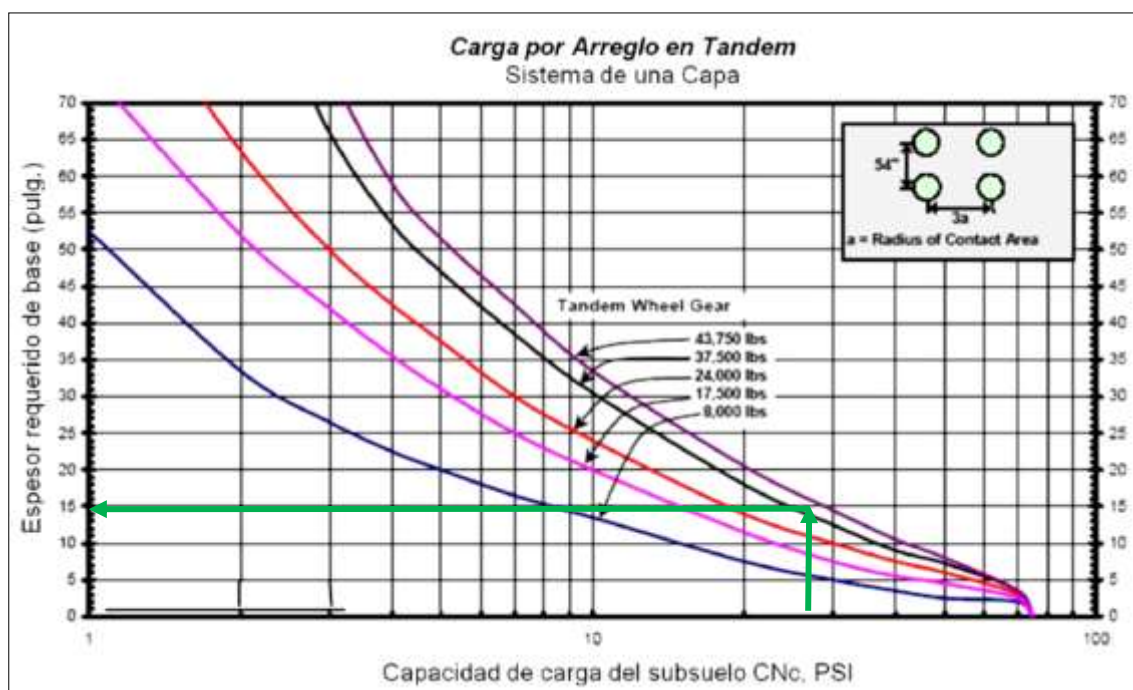
Factor de capacidad de carga reforzada (N_c): 3.60

Factor de capacidad de carga no reforzada (N_c): 2.80

➤ **Cálculo de la capacidad de soporte del suelo.**

$CN_c = C \times N_c$: 26.64 psi

➤ Cálculo del espesor de la capa granular.



Espesor de base reforzada = 14 pulg = 35.56 cm

Espesor reforzado redondeado = 36.00 cm

El espesor de la losa propuesta se obtuvo de acuerdo al nomograma AASHTO y de acuerdo a la fórmula para diseño de pavimentos rígidos (anexo 2).

Tabla 51. Dimensiones de capas propuestas en la presente investigación

Losa de concreto	25 cm
Base	16 cm
Subbase	20 cm

Tabla 52. Dimensiones obtenidas en el diseño según del Expediente Técnico

Losa de concreto	20 cm
Base	20 cm
Subbase	20 cm
Subrasante	30 cm

IV. DISCUSIÓN

En el inventario de condición de la superficie del pavimento rígido de la presente investigación mediante la evaluación de fallas de acuerdo a la norma “mantenimiento o conservación vial” del manual de carreteras, determinándose un puntaje final de 296 el cual clasificó a la sección evaluada de condición mala y según la condición determinada el pavimento necesita reconstrucción o rehabilitación.

Según (Bernaola, 2014) mediante el empleo del método PCI, obtuvo un puntaje final de calificación de 53.89, en donde se encuentra ubicado en el rango de 40 a 55 por lo cual se concluye que la clasificación se encuentra dentro de "Regular"; de acuerdo a clasificación indica que está en zona óptima de rehabilitación.

Del estudio de suelos se pudo determinar que los resultados de las calicatas uno y tres presentaron una expansión y plasticidad media en cambio en la calicata dos se clasificó como alto para estos ensayos; por otro lado los valores obtenidos del ensayo de C.B.R de la subrasante para las calicatas uno y tres se clasificó como pobre en cambio para la calicata dos se clasificó como inadecuada. Esto da entender que el grado de expansión y plasticidad de los suelos influyen en gran magnitud en el valor de C.B.R de la subrasante, ya que en la presente investigación las losas que presentan mayores daños son las que se encuentran más próximas a la calicata 2

En la presente investigación se propuso un pavimento reforzado con geomalla multiaxial TX 130S, reduciendo el espesor del material granular a 36 cm del espesor de diseño el cual fue 70 cm; significando un 48.57% de reducción del espesor entre la capa base y subbase y material de remplazo propuesto en el expediente técnico que fue diseñado la sección en estudio.

Según (Tingal, 2013). Hizo una investigación en donde comparó el diseño de pavimento tradicional AASHTO y el diseño con geomalla en la pavimentación de la Av. Salomón Vélchez Murga de la ciudad de Cutervo, la metodología que utilizó fue diseñar el pavimento de dos maneras a lo largo de la progresiva 0+600 y la progresiva 0+800, una con el método

convencional AASTHO y la otra con la utilización de la geomalla BX 1100. El resultado de esta investigación fue que el espesor de la capa base de la sección reforzada fue menor a la capa base de la sección no reforzada en un 21% promedio en todo el tramo.

Según (Mera, 2017) en su investigación sobre evaluación técnico-económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante el uso de la geomalla multiaxial como refuerzo es económicamente viable, para los tramos en donde el suelo tiene un C.B.R menor a 2.5%, variando el ahorro de entre 10.09% y 24.48%, con respecto a costo de ejecución del diseño convencional. Así mismo confirman que los espesores obtenidos en las secciones no reforzadas son mayores en todos los casos a los espesores obtenidos en las secciones reforzadas, siendo en promedio un 35% mayor.

Según Velásquez Lujerio E.P. (2009), en su investigación sobre el uso de las geomallas como refuerzo de bases, sub-bases y subrasantes, concluye que la geomalla contribuye al mejoramiento de la sección estructural de los caminos y su colocación generalmente posibilita la utilización de suelos naturalmente malos para conformar la subrasante del camino. Con respecto a lo mencionado por el autor anteriormente se puede verificar que el resultado de esta investigación nos muestra que efectivamente el uso de la geomalla multiaxial, actúa de manera positiva en la estructura del pavimento permitiéndose trabajar en suelos de C.B.R muy bajos.

V. CONCLUSIONES

Finalmente en la presente investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- La condición superficial del pavimento rígido se clasificó como mala, las incidencias de las fallas encontradas en las losas fueron las siguientes: Desnivel entre losas 30%, fisuras longitudinales 26%, fisuras transversales 32%, fisuras en esquina 24%, fisuras oblicuas 28%, reparaciones o parchados 0%, despostillamiento de juntas 24%, desprendimiento 11%, baches 8, tratamiento superficial 0%, daños puntuales 0%, desnivel calzada berma 34%. el tramo en estudio de acuerdo a su calificación necesita de rehabilitación o reconstrucción del pavimento.
- Se determinó el suelo como; (CL) según SUCS; A-6(9), A-7-6(13), y A-6(4) según AASHTO. plasticidad media, alta y media; expansión media, alta y media; subrasante pobre, inadecuada y pobre. para las calicatas 1, 2 y 3 respectivamente.
- La capacidad de soporte de la subrasante se clasificó como inadecuada, según el ensayo de C.B.R el resultado que se obtuvo fue de 1.3% para un 95 % de compactación y 1.9% para una compactación al 100%; por lo tanto está dentro de $0.5 \% < C.B.R \leq 2.0 \%$; por ello se planteó el uso de geomalla multiaxial *TX 130S*.
- El comportamiento del suelo es pobre porque no se tuvo en cuenta los factores que afectan el comportamiento del suelo en el diseño de pavimentos (densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad) durante la compactación del suelo.

VI. RECOMENDACIONES

En la investigación se recomienda lo siguiente:

- Se debe tener un mayor control en la planeación, construcción y mantenimiento de las obras de pavimentos por parte de las instituciones encargadas en la ejecución de proyectos de esta naturaleza, de este modo la estructura cumpla con el periodo de diseño.
- A la municipalidad y/o gobierno regional diseñar una vía de evitamiento para evitar el paso de vehículos pesados por la cuadra en estudio, ya que estos son los que mayormente generan la aparición de fallas en los pavimentos por el peso de sus ejes equivalentes.
- Se recomienda un estudio de suelos en un laboratorio que proporcione datos reales de cada ensayo necesario para el diseño de pavimentos, teniendo en consideración que los suelos no presentan las mismas propiedades en las diferentes cuadradas de la ciudad, y en la mayoría de casos las fisuras provienen por la pérdida de soporte en suelo de fundación.
- A la escuela de ingeniería civil de la UNTRM, se recomienda implementar un laboratorio de suelos bien equipado; para que de este modo el estudiantado pueda tener conocimiento de los ensayos y sus aplicaciones.
- Se recomienda desarrollar investigaciones sobre el uso de geomalla en pavimentos, realizar un análisis económico del empleo de las mismas con respecto a un diseño tradicional.
- Se recomienda el uso de geosintéticos como alternativa de solución a problemas de construcción, pueden ser utilizados en muchas aplicaciones en obras civiles, por ejemplo cimentaciones de edificios, estabilidad de taludes.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arancibia, C. (2003). *Arcillas Expansivas - Comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución*. Valdivia Chile.
- Bernaola, R. (2014). *Evaluación y determinación del índice de condición del pavimento rígido en la av. Huancavelica. Distrito Chilca, Huancayo*. Tesis de titulación. Universidad del centro del Perú, Huancayo.
- Cote, G. & Villalba, L. (2017). *Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de indias y medidas de conservación*. Tesis de titulación .Universidad de Cartagena, Cartagena.
- ICG, PT – 68. (2014). *Mantenimiento o conservación vial*. Lima, Perú.
- Juárez, E. & Rico, A. (1986). *Mecánica de suelos*. 1era edición. Lugar México. Editorial Limusa.
- Mera, J. (2017). *Evaluación técnico- económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la carretera Santa Cruz-Bellavista, distrito Bellavista-Jaén-Cajamarca*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- MTC, (2013). *Manual de carreteras “geología, geotecnia y pavimentos” sección: suelos y pavimentos*. Lima- Perú.
- Orrego, D. (2014). *Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles*. Tesis de titulación. Pontificia universidad católica del Perú. Lima, Perú.
- Rojas, E. Instituto nacional de vías. (2012). *estabilización de suelo se subrasante y refuerzo de capas granulares con geomallas*. Normas y especificaciones de explanaciones. 14 (8), 233-13
- Sierra, M. P. (2012). *Métodos generales*. Hidalgo. México.
- TENSAR. *SpectraPave4 PRO User´s Manual*. 2013. 32 p.
- TENSAR. *Triax RD Project Summary 081809 COE APT TEST*. Vicksburg. 2009.

- Tingal, H. (2013). *Comparación entre el diseño de pavimento tradicional (AASHTO) y el diseño con geomalla en la pavimentación de la Av. Salomón Vílchez murga de la ciudad de Cutervo*. Tesis de titulación. Universidad nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- USACE. (*Army Corps of Engineers, US*). 2003. ETL 1110-1-189, Use of geogrids in pavement construction. Washington, DC. 38p.
- Valencia, Rodrigo. *Nuevas tendencias en el diseño y construcción de carreteras reforzadas con geomallas*. San José. 2009. 19 p.
- Velásquez Lujerio, EP. 2009. *Uso de geomallas en la estructura de carreteras afirmadas, para trabajos de operación de los equipos en la explotación minera a cielo abierto*. Tesis. Ing. Chimbote, Perú, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. 81.
- Zambrano, A. (2017). *Evaluación del peligro de deslizamiento de suelos de la residencial magisterial de la ciudad de Chachapoyas*. Tesis de titulación. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas.

ANEXOS

ANEXO N° 1:

Análisis frecuencial de la incidencia de fallas de acuerdo a su nivel de gravedad y estadística descriptiva de expansión, plasticidad y C.B.R.

El análisis frecuencias se realizó mediante el uso del software statistix 8.0, obteniéndose lo siguiente:

Distribución de frecuencias

Statistix 8.0
20/11/2018, 11:48:50 p.m.

Frequency Distribution of DL

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	8	20.0	8	20.0
1	11	27.5	19	47.5
2	13	32.5	32	80.0
3	8	20.0	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of FL

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	10	25.0	10	25.0
1	11	27.5	21	52.5
2	14	35.0	35	87.5
3	5	12.5	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of FT

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	12	30.0	12	30.0
1	10	25.0	22	55.0
2	15	37.5	37	92.5
3	3	7.5	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of FE

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	14	35.0	14	35.0
1	15	37.5	29	72.5
2	7	17.5	36	90.0
3	4	10.0	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of FO

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	13	32.5	13	32.5
1	12	30.0	25	62.5
2	13	32.5	38	95.0
3	2	5.0	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of RP

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	40	100.0	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of DJ

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	17	42.5	17	42.5
1	11	27.5	28	70.0
2	7	17.5	35	87.5
3	5	12.5	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of D

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	24	60.0	24	60.0
1	9	22.5	33	82.5
2	4	10.0	37	92.5
3	3	7.5	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of BH

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	32	80.0	32	80.0
1	8	20.0	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of TS

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	40	100.0	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of DP

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	40	100.0	40	100.0
Total	40	100.0		

Frequency Distribution of DCB

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
0	13	32.5	13	32.5
1	12	30.0	25	62.5
2	9	22.5	34	85.0
3	6	15.0	40	100.0
Total	40	100.0		

El análisis descriptivo se realizó mediante el uso del software statistix 8.0, obteniéndose lo siguiente:

Statistix 8.0
11:59:26 p.m.

20/11/2018,

Descriptive Statistics

	IP
N	3
Mean	15.000
SD	5.2915
Variance	28.000
Minimum	11.000
Median	13.000
Maximum	21.000

Statistix 8.0
12:00:22 a.m.

21/11/2018,

Descriptive Statistics

	EXP
N	3
Mean	6.2667
SD	5.0013
Variance	25.013
Minimum	2.8000
Median	4.0000
Maximum	12.000

Statistix 8.0
12:01:00 a.m.

21/11/2018,








Descriptive Statistics

	CBR
N	3
Mean	3.0000
SD	1.5395
Variance	2.3700
Minimum	1.3000
Median	3.4000
Maximum	4.3000

ANEXO N° 2:

Tablas de recolección de información y tablas de diseño de pavimento.

Código de daño	Deterioros/ fallas	Gravedad (G)	Medidas		
			Área de deterioro Aij (m2)	Número de deterioros(Nij)	Longitud de deterioro (Lij)
Calzada Deterioro de fallas estructurales	1	Desnivel entre losas			
	2	Fisuras longitudinales			
	3	Fisuras transversales			
	4	Fisuras de esquina			
	5	Fisuras oblicuas			
	6	Reparaciones o parchados			
Calzada pavimento rígido	7	Despostillamiento de juntas			
	8	Desprendimiento			
	9	Baches (huecos)			
	10	Tratamiento superficial			
Bermas pavimentadas y no pavimentadas	11	Daños puntuales			
	12	Desnivel calzada-bermas			

CONTEO VEHICULAR					
UBICACIÓN		JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE - CHACHAPOYAS - AMAZONAS			
FECHA		HORA			
TIPO DE VEHICULO			SENTIDO		
			A-B		B-A
AUTOMOVILES		-			
MOTOS		-			
CAMIONETA PICK UP		-			
CAMION		C2			
CAMION		C3			
CAMION		T3S3			
BUS		B3-1			
COMBI		-			
MAQUINARIA PESADA		-			

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO		AASHTO - 93	
Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS	Departamento:	Amazonas
		Provincia:	Chachapoyas
		Distrito:	Chachapoyas
Fecha:	Noviembre, 2018		

1. PROPIEDADES DEL CONCRETO

- $f_c =$	300	Kg/cm ²	
- $f_c =$	4258.06	psi	29.39 Mpa
-Módulo de elasticidad del concreto $E_c =$	3719465.5 5	psi	25676.63 Mpa
- Resistencia a flexotracción del concreto $M_r =$	489	psi	3.38 Mpa

2. DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES

A. Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 ton	6.35E+06
B. Factor de confiabilidad (R)	95%
C. desviación normal estándar (Z_r)	-1.282
D. Error estándar combinado (S_o)	0.35
E. Módulo de reacción, de la superficie de apoyo (Mpa/m)	20
F. índice de serviciabilidad o servicio inicial (p_i)	4.3
G. índice de serviciabilidad o servicio final (p_t)	2.5
H. Coeficiente de transmisión de carga en las juntas (J)	3.2
I. Coeficiente de drenaje (Cd)	1.10

3. ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO

A. N 8.2 NOMINAL	7
B. N 8.2 CÁLCULO	7
C. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), mm	250.0
D. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D), pul	9.84
ASUMIR (D)pul=	10.00

ANEXO N° 3:

**Resultado de mecánica de suelos del jirón Tres Esquinas cuadra siete,
Chachapoyas.**



RUC: 70497177747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Chachapoyas, 22 de Noviembre del 2018.

CARTA N° 017 - 2018/GOB. REG. AMAZONAS/DRTC-LAB.SUELOS-GLS

SR : EST. ING. ROY NIXON FERNANDEZ AYAY

ASUNTO : ALCANZA RESULTADOS

REF. : DOC. N° 1493411 EXP. N° 1148666

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, para saludarlo cordialmente y a la vez para hacerle llegar lo siguiente:

Que, de acuerdo a lo solicitado por su representada, adjunto al presente los resultados, para la Elaboración de su Tesis **COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE - CHACHAPOYAS**. Adjunto 27 folios.

Sin otro particular, sea propicia la oportunidad para expresarle las muestras de nuestra consideración y estima.

Atentamente,

C.c.
DCIA
Archivo

DOC.	01502334
EXP.	01155665

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES AMAZONAS
DIRECCIÓN DE SUELOS E INFRAESTRUCTURA
DE TRANSPORTES
[Firma]
GENIER LUDENA SAACORA
ADMINISTRADOR DE LABORATORIO DE SUELOS



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N° : 6.001 - 2018
Solicitante :	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced :	Cdra 7, Jr Tres Esq.	Trinchera: 01 / M-01	Ing. Responsable : R. OLANO, G
Ubicac :	Coordenada: 0182678; 9309907	Altura : 0.00 - 1.20 mts.	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.
		Fecha : 31/08/2018	

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	136
Peso de tara (gr)	38,9	38,9
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	150,2	150,2
Peso de la tara + muestra seca (gr)	137,2	137,3
Peso del agua contenida (gr)	13,0	12,9
Peso de la muestra seca (gr)	98,3	98,5
Contenido de Humedad (%)	13,2	13,1
Contenido de Humedad Promedio (%)	13,2	

Observaciones: Muestra Identificada y Proportcionada por el tecnico



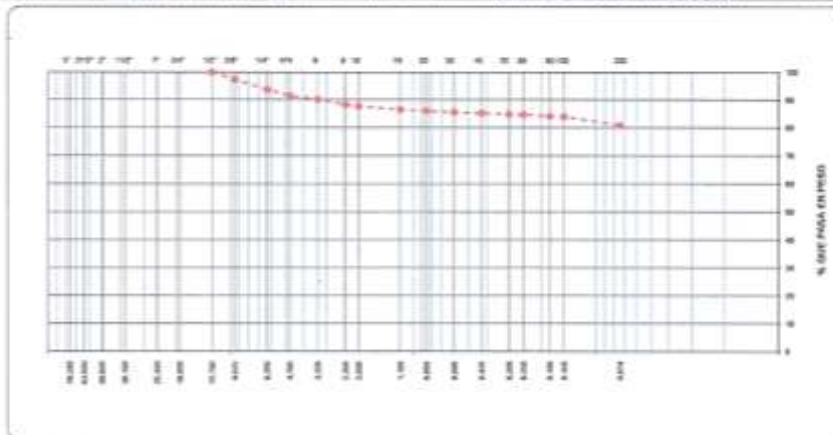
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMPOS E INFRAESTRUCTURA
ALBUQUELLA
Ing. RAÚL A. OLANO-QUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMPOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-50)			
Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N°: 8.011 - 2018
Solicitante:	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced:	Cábr 7, Jr Tres Esq	Tirachena: 81 / M-81	Ing. Responsable: R. OLANO G
Ubic:	Coordenada: 818267E; 8109907	Altura: 8.90 - 1.29 mts.	Tec. Responsable: M. YAPAYURI CH.
		Fecha: 31/08/2018	

Tamizaje ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje más Fino	Descripción
4"	101.600					1. Peso de Material
3"	76.200					Peso Inicial Total (gr) 200.0
2.1/2"	63.500					Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 6.8
2"	50.800					
1.1/2"	38.100					2. Características
1"	25.400					Tamaño Máximo
3/4"	19.050					Tamaño Máximo Nominal
1/2"	12.700				100.0	Grava (%) 9.9
3/8"	9.525	8.1	2.7	2.7	97.3	Arista (%) 9.3
1/4"	6.350	10.9	3.7	6.4	91.6	Fines (%) 80.9
N° 4	4.750	6.4	2.1	8.5	91.5	Módulo de Fineza (%)
N° 6	3.350	4.2	1.4	9.9	90.1	
N° 8	2.500	5.7	1.9	11.8	88.2	
N° 10	2.000	3.8	0.6	12.4	87.6	3. Clasificación
N° 16	1.180	3.4	1.1	13.5	86.5	Límite Líquido (%) 34
N° 20	0.850	3.5	0.2	14.0	86.0	Límite Plástico (%) 21
N° 30	0.600	3.3	0.4	14.5	85.6	Índice de Plasticidad (%) 13
N° 40	0.425	3.1	0.4	14.8	85.2	Clasificación SUCS C1
N° 50	0.300	3.2	0.4	15.2	84.8	Clasificación AASHTO A-6 (1)
N° 60	0.250	3.6	0.2	15.4	84.6	
N° 80	0.180	3.4	0.5	15.9	84.1	
N° 100	0.150	3.8	0.3	16.1	83.9	5. Observaciones (Fuente de Normalización)
N° 200	0.074	3.1	3.0	19.1	80.9	Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013)
Residue		242.6	80.9	100.0		



Observaciones: Muestra Identificada y Proportcionada por el solicitante



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA DE CARRETERAS
Ing. RAÚL A. OLANO GUEVARA
DIRECTOR (a)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL YAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



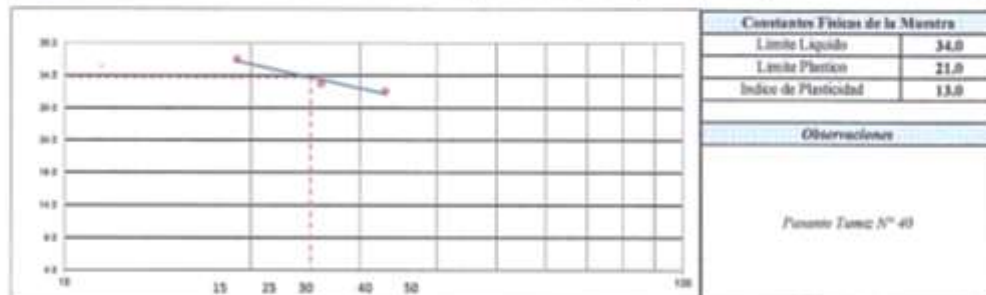
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITE DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110/111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)			
Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N°: 8.001 - 2018
Solicitante:	ROY NEXSON FERNANDEZ AYAY		
Proced:	Cámb. 7. Jr. Tuyo Esp.	Tícheras: 91 / M-01	Ing. Responsable: R. OLANO G
UBIC:	Coordenada: 8187072; 8389987	Altura: 8.00 - 1.20 mts.	Fecha: 31/08/2018
			Tec. Responsable: M. FAPAYURI CH.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tamo		121	140	160	
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	34.43	34.00	33.03	
Peso de Tamo + Suelo Seco	gr.	31.26	31.18	30.52	
Peso de Tamo	gr.	22.57	22.57	22.57	
Peso de Agua	gr.	3.17	2.82	2.51	
Peso del Suelo Seco	gr.	8.69	8.61	7.95	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	26.48	32.75	31.57	34.0
Numero de Golpes		19	26	33	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tamo		8	67		
Peso de Tamo + Suelo Humedo	gr.	15.10	15.11		
Peso de Tamo + Suelo seco	gr.	14.51	14.50		
Peso de Tamo	gr.	11.58	11.58		
Peso de Agua	gr.	0.59	0.61		
Peso de Suelo seco	gr.	2.93	2.92		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	20.14	20.89		21.0



Observaciones: Muestra Mendicada y Proporcionalada por el orden

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
ALBUQUERQUE
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Dg. RALF A. OLANO GUEVARA
DIRECCIÓN (0)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL FAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20702327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
ENSAYO DE EXPANSION LIBRE			
(NTP 339.170 / ASTM D-4546)			
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Codigo Ensayo N° : 0.001 - 2018
Solicitante :	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced :	Cdra 7, Jr. Tres Esq.	Trinchera: N° 01	Ing. Responsable : R. OLANG G
Ubica:	Coordenada: 0182678; 9309987	Altura : 0.00 - 1.20 ms.	Fecha : 17/09/2018 Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.
Trinchera:		N° 01	
N° RECIPIENTE:		1	2
LECTURA INICIAL (ml)		100	100
LECTURA FINAL (ml)		104.5	103
DIFERENCIA DE LA LECTURA (ml)		4.5	3
(A) % DE HINCHAMIENTO		5%	3%
PROMEDIO		4%	

Observaciones: Muestra Identificada y Preparada para el ensayo



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE OBRAS Y INFRAESTRUCTURA
Chachapoyas
Ing. RAÚL ALVARO GUEVARA
DIRECTOR (e)



BUC: 2020227747

REGISTRO DE LICENCIA N° 0002190-MPCB

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

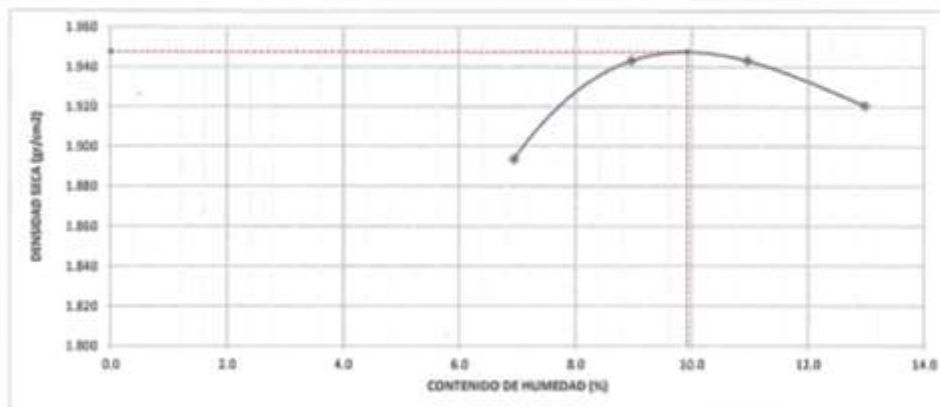
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N°	0.001 - 2018
Solicitante :	ROY NIXON FERNÁNDEZ AYAY			
Proced :	Cdra 7, Jr. Tres Esq.	Trinchera:	01 / M-01	Ing. Responsable R. OLANO, G
Ubica:	Coordenada: 0182678; 9309907	Altura :	0,00 - 1,20 mts.	Fecha : 31/08/2018 Tec. Responsable M. TAPAYURI CH.

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	930	cm ³	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4027	gr.	N° de golpes	56Glp.
NUMERO DE ENSAYOS									
						1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,910	5,996	6,032	6,045				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,883	1,969	2,005	2,018				
Densidad suelo Humedo	gr/cm ³	2,025	2,117	2,156	2,170				
Recipiente Numero		58	136	108	18				
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	169.8	170.7	175.3	180.0				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	161.3	159.9	161.8	163.7				
Peso de la Tara	gr.	38.9	38.9	38.9	38.9				
Peso del agua	gr.	8.5	10.8	13.5	16.2				
Peso del suelo seco	gr.	122	121	123	125				
Contenido de agua	%	6.9	9.0	11.0	13.0				
Densidad Seca	gr/cc	1.893	1.943	1.943	1.921				

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.948	(gr/cm ³)	Humedad óptima	9.9	%
----------------------	-------	-----------------------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Observaciones: Muestra Identificada y Preparada por el testista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
ASÍMPOPIA
Ing. RAÚL R. OLANO QUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS			Código Ensayo N°:	0.001 - 2018
Solicitante:	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY				
Proced:	Cáhu 7, Jr. Tres Esq.	Trinchera:	01 / M-01	Ing. Responsable:	R. OLANO, G
Ubico:	Coordenada: 9182678; 9109907	Altura:	0.00 - 1.20 mts.	Tec. Responsable:	M. TAPAYURI CH.
	Fecha:	18/10/2018			

CALCULO DEL CBR

	3		2		1	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9409.0	9611.0	9298.0	9525.0	9221.0	9471.0
Peso de molde (g)	4911.0	4911.0	5074.0	5074.0	5032.0	5032.0
Peso del suelo húmedo (g)	4558.0	4700.0	4322.0	4441.0	4190.0	4439.0
Volumen del molde (cm ³)	2130.0	2130.0	2124.0	2124.0	2130.0	2130.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.140	2.207	2.035	2.091	1.967	2.084
Tara (N°)	139	5	78	73	37	170
Peso suelo húmedo + tara (g)	190.0	197.5	190.6	196.5	190.2	196.4
Peso suelo seco + tara (g)	176.4	181.5	176.8	178.7	176.1	176.0
Peso de tara (g)	38.8	38.9	38.8	38.9	38.9	38.9
Peso de agua (g)	13.6	16.0	13.8	17.8	14.1	20.4
Peso de suelo seco (g)	137.5	142.6	138.0	139.8	137.3	137.1
Contenido de humedad (%)	9.9	11.2	10.0	12.7	10.3	14.9
Densidad seca (g/cm ³)	1.946	1.984	1.849	1.856	1.783	1.813

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/10/18	10:00	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
20/10/18	10:00	24	89	2.261	1.966	91	2.311	2.010	93	2.362	2.054
21/10/18	10:00	48	92	2.337	2.032	94	2.388	2.076	98	2.489	2.165
22/10/18	10:00	72	95	2.413	2.098	98	2.489	2.165	105	2.667	2.319
23/10/18	10:00	96	99	2.513	2.187	102	2.591	2.253	106	2.743	2.385

PENETRACION

PENETRACION	CARGA		MOLDE N°	M-03		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-01		
	STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
	mm	psig.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.029		22.8	23.8			16.3	17.3			12.7	13.7		
1.270	0.050		35.6	36.6			28.9	29.9			24.9	25.9		
1.905	0.075		45.8	46.8			37.2	38.2			33.9	34.9		
2.540	0.100	70.455	52.6	53.6	-	3.8	47.5	48.5	-	3.4	41.8	42.8	-	3.0
3.810	0.150		66.5	67.8			54.1	55.1			51.9	52.9		
5.080	0.200	105.68	77.6	78.6	-	3.7	68.3	69.3	-	3.3	61.0	62.0	-	2.9
6.350	0.250		88.9	89.9			77.5	78.5			66.7	67.7		
7.620	0.300		100.1	101.1			84.6	85.6			72.1	73.1		
10.160	0.400		117.8	118.8			98.4	99.4			82.0	83.0		
12.700	0.500		139.3	140.3			118.6	119.6			91.2	92.2		

OBSERVACIONES: Anillo: 5000 Kilos
 Observaciones: Muestra Identical y Proporcionalidad por el testista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
 M. P. GUEVARA
 DR. RAÚL A. GARCÍA GUEVARA
 DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 MIGUEL TAPAYURI CHOTA
 TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

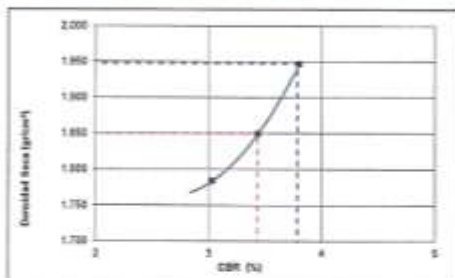
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS	Código Ensayo N°:	0.001 - 2018
Solicitante:	ROY NEXON FERNANDEZ AYAJ		
Proced:	Ctra 7, Jr Tres Esq.	Trituradora:	01 / M-01
Ubicac:	Coordenadas: 9132679; 9109987	Altura:	0.00 - 1.20 msl.
		Fecha:	31/05/2018
		Ing. Responsable:	R. OLANO G
		Tec. Responsable:	M. TAPAYURI CH

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR

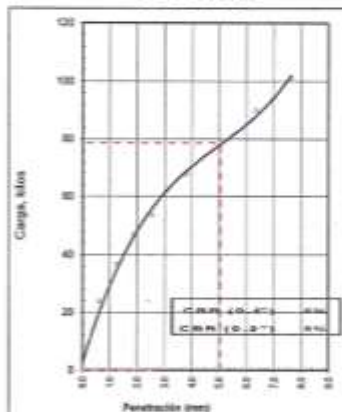


METODO DE COMPACTACION	: AASTHO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.948
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.850

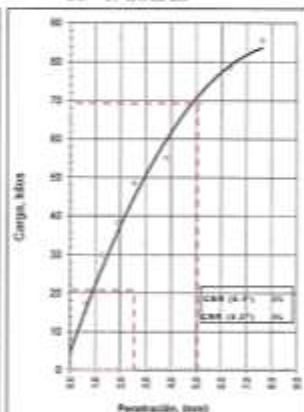
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 3.3 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 3.4 %

OBSERVACIONES:
El ensayo se realizó con la muestra proporcionada por el testista, dejando saturar por un periodo de noventa y seis horas (4 días)

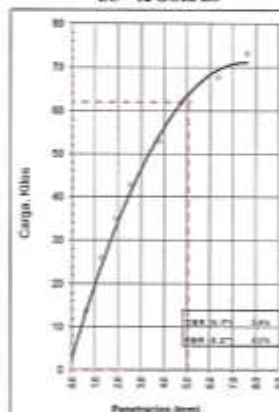
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionalada por el testista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CARRETERAS E INFRAESTRUCTURA
RAFAEL OLANO GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CARRETERAS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



RUC: 20382327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001890-MPCH

REGISTRO DE EXCAVACIÓN														
PERFIL ESTRATIGRAFICO														
Proyecto: COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SEITE, CRACHAPOYAS								Codigo Exejy: 0.001 - 2018						
Solicitante: ROY NIXON FERNANDEZ AYAT														
Proced: Caba 7, Jr. Troy Eng.		Dibujero: DI / M-01		Fecha: 25/08/2018		Ing. Responsable: R. OLANTA G		Tec. Responsable: M. ZAPAYURI CHOTA						
Ubica: Coordenada: 693257; 830907		Altoz: 0.00 - 1.20 mts.												
Altura (m.)	Estrato		Símbolo Grafico	Descripción Visual del Suelo	Clasificación		Granulometría			Constantes Físicas			W. Natural	
	Capa	Espesor (m)			AASHTO	Unic.	>2"	3" - 75"	75" - 200"	<200"	L.L.	L.P.		IP
0.00	M-03	0.30		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gruesas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.	A-4 (9)	CL	0	0	9.3	80.9	34.0	21.0	13.0	13.2
0.10														
0.20														
0.30														
0.40														
0.50														
0.60														
0.70														
0.80														



OBSERVACIONES: Se observó poca humedad en la excavación, por tal motivo se realizó una muestra

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
AEROPORTUARIA
DIRECCIÓN DE CAMINOS
RAÚL A. OLANTA GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL ZAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MEDICINA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N° : 0.002 - 2018
Solicitante :	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced :	Ctra 7, Jr Tres Esq.	Calicata : 02 / M-01	Ing. Responsable : R.OLANO.G
Ubica :	Coordenada: 0182762; 9309917	Profundidad : 0.00 - 0.90 mts	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.
		Fecha : 31/08/2018	

I. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	38	89
Peso de tara (gr)	38.9	38.9
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	140.3	140.2
Peso de la tara + muestra seca (gr)	128.6	129.0
Peso del agua contenida (gr)	11.7	11.2
Peso de la muestra seca (gr)	89.8	90.1
Contenido de Humedad (%)	13.0	12.4
Contenido de Humedad Promedio (%)	12.7	

Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el cliente

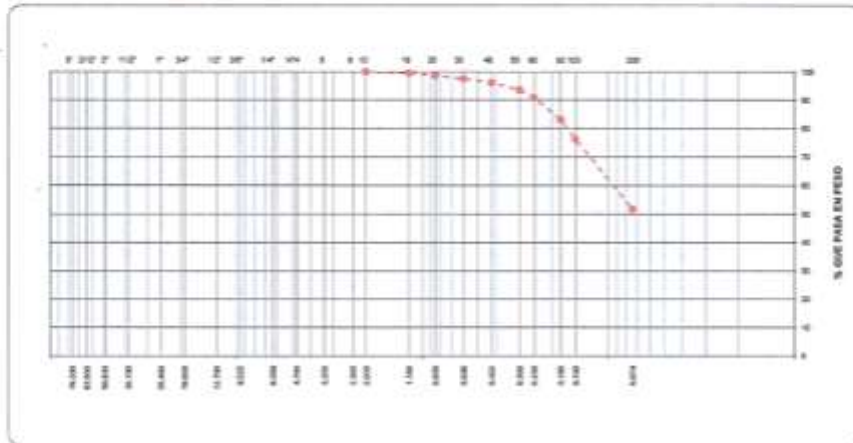
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
DIRECCIÓN DE OBRAS DE CALZADAS Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
PROYECTOS
Rafael Tolino Guevara
ING. RAFAEL TOLINO GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Miguel Tapayuri Chota
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN LABORATORIO DE SUELOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						
FORMATO						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)						
Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS				Código Ensayo N°:	8.002 - 2018
Solicitante:	ROY NIVÓN FERNÁNDEZ AYAY					
Proced:	Ciudad: <i>Ar. Tres Esp.</i>	Calle:	82 / M-01		Ing. Responsable:	ROLANDO G.
Ubic:	Coordenada: 8182762; 9109917	Profundidad:	8,00 - 8,90 cm		Fecha:	31/08/2018
Tec. Responsable:	M. TAPAYURI CH.					

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje pas. Para.	Descripción
4"	101.600					1. Peso de Material
3"	76.200					Peso Inicial Total (gr) <u>300.0</u>
2 1/2"	63.500					Peso Fracción Fina Para Lavir (gr) <u>0.0</u>
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					2. Características
1"	25.400					Tamaño Máximo
3/4"	19.050					Tamaño Máximo Nominal
1/2"	12.750					Grava (%)
3/8"	9.525					Arena (%)
1/4"	6.350					Finos (%) <u>91.7</u>
N° 4	4.750					Módulo de Finos (%)
N° 6	3.350					
N° 8	2.500					
N° 10	2.000				100.0	3. Clasificación
N° 16	1.180	1.3	0.4	0.4	99.6	Límite Líquido (%) <u>32</u>
N° 20	0.850	2.7	0.9	1.3	98.7	Límite Plástico (%) <u>22</u>
N° 30	0.600	3.4	1.1	2.5	97.6	Índice de Plasticidad (%) <u>10</u>
N° 40	0.425	4.3	1.4	3.9	96.1	Clasificación SUCS <u>CL</u>
N° 50	0.300	7.6	2.6	6.4	93.6	Clasificación AASHTO <u>A-4(1.1)</u>
N° 60	0.250	8.3	2.8	9.2	90.8	
N° 80	0.180	22.6	7.9	17.0	85.0	
N° 100	0.150	29.7	6.9	23.9	76.1	
N° 200	0.075	73.3	24.4	48.3	51.7	
Pasante		155.0	51.7	100.0		



Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionalizada por el ensayo



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CARRETERAS E INFRAESTRUCTURA
 CHACHAPOYAS
 ING. RAUL ALVARO GUEVARA

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CARRETERAS
 MIGUEL TAPAYURI CHOTA
 TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS



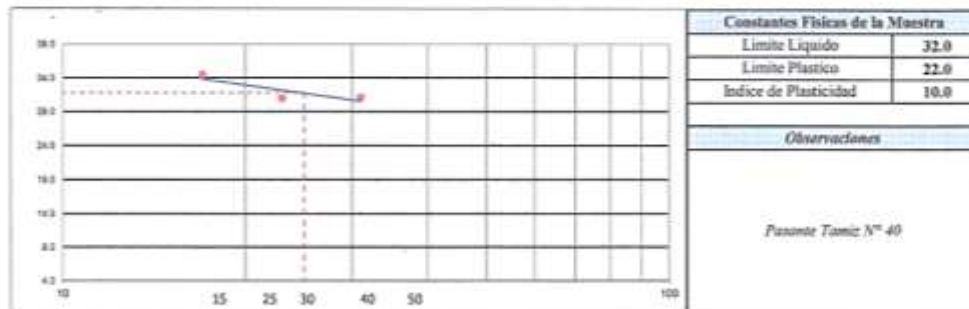
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)			
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N° : 8.002 - 2018
Solicitante :	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced :	Cdra 7, Jr Tres Esq.	Callecta: 02/M-01	Ing. Responsable : ROLANDO G
Ubica:	Coordenada: 0182762; 9389917	Profundidad: 0.90 - 0.90 m	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.
		Fecha: 31/08/2018	

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Torno		181	142	192	
Peso de Torno + Suelo Humedo	gr.	33.42	33.30	33.24	
Peso de Torno + Suelo Seco	gr.	30.64	30.76	30.71	
Peso de Torno	gr.	22.56	22.56	22.58	
Peso de Agua	gr.	2.78	2.54	2.53	
Peso del Suelo Seco	gr.	8.08	8.20	8.13	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	34.41	30.98	31.12	32.0
Numero de Golpes		17	23	31	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Torno		59	119	
Peso de Torno + Suelo Humedo	gr.	15.58	15.56	
Peso de Torno + Suelo seco	gr.	14.86	14.94	
Peso de Torno	gr.	11.57	11.59	
Peso de Agua	gr.	0.72	0.72	
Peso de Suelo seco	gr.	3.29	3.25	Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	21.88	22.15	22.0



Observaciones: Muestra Identificada y Preparada para el ensayo



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE OBRAS E INFRAESTRUCTURA
PROYECTO
[Signature]
ING. ROLANDO G. GUEVARA
DIRECTOR (a)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE OBRAS
[Signature]
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



RUC: 20392327747

GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO																											
FORMATO																											
CONTENIDO DE HUMEDAD																											
(MTC E-108 / ASTM D-2216)																											
Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N°: 0.001 - 2018																								
Solicitante:	ROY SINDON FERNANDEZ AYAY																										
Proced:	Cdra 7, Jr. Tres Esq.	Calicata: 02/M-02	Ing. Responsable: ROLANDO G.																								
UNica:	Considerada: 0182767-9109917	Profundidad: 0.00 - 1.50 m	Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.																								
1. Contenido de Humedad Muestra Integral:																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>37</th> <th>136</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de tara (gr)</td> <td>38.9</td> <td>38.8</td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>156.4</td> <td>156.4</td> </tr> <tr> <td>Peso de la tara + muestra seca (gr)</td> <td>136.1</td> <td>135.4</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>20.3</td> <td>21.0</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>97.3</td> <td>96.6</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>20.8</td> <td>21.7</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">21.3</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción	37	136	Peso de tara (gr)	38.9	38.8	Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	156.4	156.4	Peso de la tara + muestra seca (gr)	136.1	135.4	Peso del agua contenida (gr)	20.3	21.0	Peso de la muestra seca (gr)	97.3	96.6	Contenido de Humedad (%)	20.8	21.7	Contenido de Humedad Promedio (%)	21.3	
Descripción	37	136																									
Peso de tara (gr)	38.9	38.8																									
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	156.4	156.4																									
Peso de la tara + muestra seca (gr)	136.1	135.4																									
Peso del agua contenida (gr)	20.3	21.0																									
Peso de la muestra seca (gr)	97.3	96.6																									
Contenido de Humedad (%)	20.8	21.7																									
Contenido de Humedad Promedio (%)	21.3																										
<i>Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el testigo</i>																											



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
RESPONSABLE
[Signature]
Ing. RAÚL ALBERTO GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
[Signature]
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS

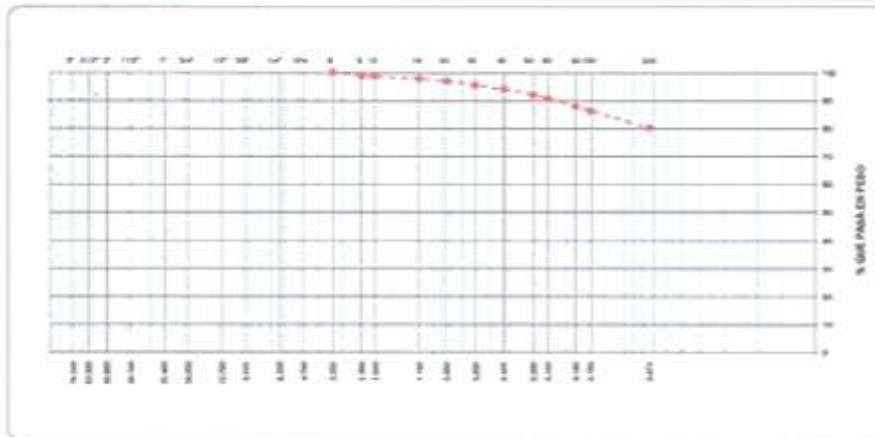


RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCB

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, E-68)			
Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JUNTO TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N°: 0.003 - 2018
Solicitante:	BOB NIVÓN FERNÁNDEZ AYAY		
Proced:	Cabe 7, Jr. Dpto. Esp.	Callecote:	R2/M-02
Ubica:	Coordenada:	Profundidad:	0.00 - 1.50 ms
	0182782, 9329917	Fecha:	31/08/2018
		Ing. Responsable:	R. OLANO G
		Tec. Responsable:	M. TAPAYURI CR.

Tamizaje ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripción
4"	101.600					1. Peso de Materia
3"	76.200					Peso Inicial Total (gr) 306.0
2 1/2"	63.500					Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 6.0
2"	50.800					2. Características
1 1/2"	38.100					Tamaño Máximo
1"	25.400					Tamaño Máximo Nominal
3/4"	19.050					Grava (%)
1/2"	12.500					Arena (%) 35.7
3/8"	9.525					Fines (%) 64.3
1/4"	6.350					Modulo de Fines (%)
N° 4	4.750					
N° 6	3.350				100.0	
N° 8	2.360	3.6	1.0	1.0	99.0	3. Clasificación
N° 10	2.000	6.7	0.2	1.2	98.8	Límite Líquido (%) 43
N° 16	1.180	2.9	1.0	2.2	97.8	Límite Plástico (%) 22
N° 20	0.850	2.7	0.7	3.0	97.1	Índice de Plasticidad (%) 21
N° 30	0.600	4.9	1.6	4.6	95.4	Clasificación SUCS C1
N° 40	0.425	3.8	1.3	5.8	94.2	Clasificación AASHTO A-7-6 (13)
N° 50	0.300	6.7	2.1	7.9	92.1	
N° 60	0.250	6.7	1.4	9.3	90.7	
N° 80	0.180	8.1	2.8	12.1	87.9	
N° 100	0.150	4.8	1.6	13.7	86.3	
N° 200	0.075	18.1	6.0	19.7	80.3	
Pasante		248.9	80.3	100.0		



Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el tasista



EXTRA REGIÓN DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS
Ing. RAÚL GARCÍA GUEVARA
DIRECCIÓN (01)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				
FORMATO				
LIMITE DE CONSISTENCIA				
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)				
Proyecto: COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS			Código Ensayo N°: 0.003 - 2018	
Solicitante: ROY NIXON FERNANDEZ AYAY				
Proced: Cdra 7, Jr Tres Esq.	Calicata: 02/M-02	Fecha: 31/05/2018		Ing. Responsable: R.OLAND G
Ubica: 8182762; 9309917	Profundidad: 0.00 - 1.50 m			Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO				
N° de Tazo		09	133	100
Peso de Tazo + Suelo Húmedo	gr.	35.41	35.40	35.39
Peso de Tazo + Suelo Seco	gr.	31.45	31.48	31.81
Peso de Tazo	gr.	22.56	22.56	22.56
Peso de Agua	gr.	3.96	3.92	3.58
Peso del Suelo Seco	gr.	8.89	8.92	9.25
Contenido de Humedad	%	44.54	43.95	38.70
Numero de Golpes		18	25	33
Limite Liquido				
43.0				
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD				
N° de Tazo		20	88	
Peso de Tazo + Suelo Húmedo	gr.	15.46	15.45	
Peso de Tazo + Suelo seco	gr.	14.76	14.74	
Peso de Tazo	gr.	11.58	11.58	
Peso de Agua	gr.	0.70	0.71	
Peso de Suelo seco	gr.	3.18	3.16	
Contenido de Humedad	%	22.01	22.47	
Limite Plastico				
22.0				
Constantes Físicas de la Muestra				
Limite Liquido				43.0
Limite Plastico				22.0
Indice de Plasticidad				21.0
Observaciones				
Pasante Tamiz: N° 40				

Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionalada por el tests



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS Y CONSERVACIÓN
DIRECCIÓN DE CAMIONES Y CONSERVACIÓN
DIRECCIÓN DE CAMIONES
Ing. RAFAEL GUANO GUEVARA
DIRECTOR (o)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMIONES
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					
FORMATO					
ENSAJO DE EXPANSION LIBRE					
(NTP 339,170 / ASTM D-4546)					
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS			Código de ensayo N°:	0.003 - 2018
Solicitante :	ROY NINON FERNANDEZ AYAY				
Proced :	Cdra 7, Jr. Tres Esq.	Calicote:	N° 02 / E 02	Ing. Responsable :	R.OLANDEG
Ubica:	Cordenadas: 0182762;9399917	Profundidad:	0,00 - 1,50 mts	Tec. Responsable :	M. TAPAYURI CH.
N°CALICATA :			02/ M-02		
N° RECIPIENTE:			1	2	3
LECTURA INICIAL (ml)			100	100	100
LECTURA FINAL (ml)			114	109	112
DIFERENCIA DE LA LECTURA (ml)			14	9	12
(A) % DE HINCHAMIENTO			14%	9%	12%
PROMEDIO			12%		
<i>Observaciones: Muestra identificada y proporcionada por el técnico</i>					



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
 ASOCIADOS
 Ing. RAQUEL U. ANTOLEVARA
 DIRECTORA (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 MIGUEL TAPAYURI CHOTA
 TÉCNICO EN MECANICA DE SUELOS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCB

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS			Código Ensayo N°:	0.001 - 2018
Solicitante:	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY				
Proced:	Ctra 7, Jr Tres Esq.	Calicata:	02/M-02	Ing. Responsable:	R.OLANO.G
Ubica:	Coordenada: 01R2762; 9109917	Profundidad:	0.00 - 1.50 mts	Fecha:	31/08/2018
				Tec. Responsable:	M. TAPAYURI CH.

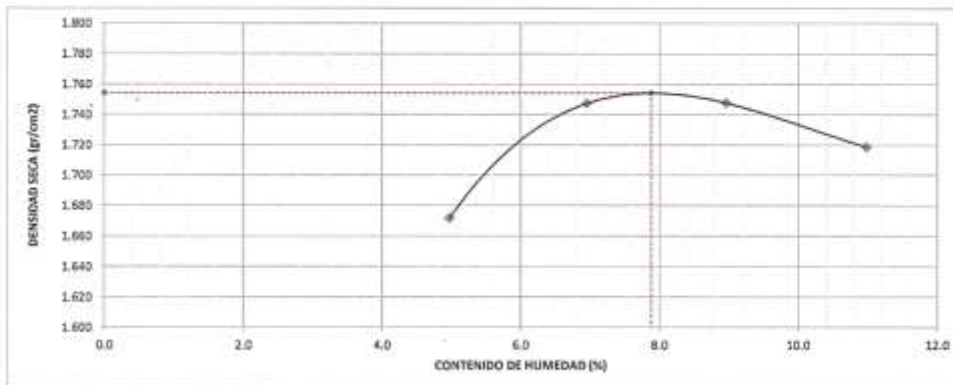
Molde N° 1	Dímetro Molde	4"	6"		Volumen Molde	930	cm ³	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4027	gr.	N° de golpes	56Gip

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,659	5,765	5,798	5,801
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,632	1,738	1,771	1,774
Densidad suelo Humedo	gr/cm ³	1.755	1.869	1.904	1.908
Recipiente Numero		27	123	78	18
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	195.4	196.4	196.2	198.6
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	188.0	186.2	183.3	182.8
Peso de la Tara	gr.	38.9	38.9	38.8	38.9
Peso del agua	gr.	7.4	10.2	12.9	15.8
Peso del suelo seco	gr.	149	147	144	144
Contenido de agua	%	5.0	7.0	9.0	11.0
Densidad Seca	gr/cc	1.672	1.747	1.748	1.719

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.754	(gr/cm ³)	Humedad óptima	7.9	%
----------------------	-------	-----------------------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el testista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. RAUL A. GRANADO GUEVARA
DIRECTOR(e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCB

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS	Código Ensayo N°:	R003 - 2018
Solicitante:	ROY NIXON FERNANDEZ ATAY		
Proced:	Ciudad: Sr. Tres Esq.	Cliente:	R2/M-02
Ubic:	Coordenada: 8182'56; 9309'17	Profundidad:	8.00 - 1.50 cm
		Fecha:	16/10/2018
		Ing. Responsable:	R. OLANDA
		Tec. Responsable:	M. TAPAYURI CHOTA

CALCULO DEL CBR

	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Molde N°	6		5		4		5	
Capas N°	5		5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8940.0	9466.0	8930.0	9387.0	8887.0	9366.0		
Peso de molde (g)	4937.0	4927.0	5014.0	5014.0	4945.0	4945.0		
Peso del suelo húmedo (g)	4003.0	4529.0	3836.0	4373.0	3937.0	4121.0		
Volumen del molde (cm ³)	2115.0	2115.0	2131.8	2131.0	2127.0	2127.0		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.893	2.141	1.800	2.052	1.797	1.937		
Tara (N°)	116	98	136	24	1	102		
Peso suelo húmedo + tara (g)	1771.6	182.8	177.7	183.2	177.7	181.7		
Peso suelo seco + tara (g)	167.5	170.5	167.4	169.4	167.1	165.4		
Peso de tara (g)	38.9	38.8	38.9	38.9	38.9	38.9		
Peso de agua (g)	10.2	12.1	10.3	13.8	10.6	16.3		
Peso de suelo seco (g)	128.6	131.7	128.5	130.5	128.2	126.5		
Contenido de humedad (%)	7.9	9.2	8.0	10.6	8.3	12.9		
Densidad seca (g/cm ³)	1.754	1.962	1.667	1.855	1.623	1.716		

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/10/18	10:00	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
20/10/18	10:00	24	93	2.362	2.054	118	2.997	2.606	165	4.191	3.644
21/10/18	10:00	48	194	4.928	4.285	206	5.232	4.550	271	5.613	4.881
22/10/18	10:00	72	196	5.029	4.373	219	5.563	4.837	232	5.893	5.124
23/10/18	10:00	96	213	5.410	4.705	225	5.715	4.970	239	6.071	5.279

PENETRACION

PENETRACION		CARGA	MOLDE N°	M-06			MOLDE N°			M-05			MOLDE N°			M-04		
		STAND.	CARGA	CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
mm	psig.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	kg	kg	%	
0.900	0.900		0	0			0	0				0	0					
0.625	0.025		13.6	14.6			7.8	8.8				3.4	4.4					
1.270	0.050		18.0	19.0			11.2	12.2				6.4	7.4					
1.905	0.075		21.9	22.9			14.8	15.8				10.1	11.1					
2.540	0.100	70.455	25.2	26.2	-	1.9	17.6	18.6	-	1.3	12.9	13.9	-	1.0				
3.810	0.150		29.7	30.7			23.1	24.1				18.1	19.1					
5.080	0.200	105.68	34.1	35.1	-	1.7	25.3	26.3	-	1.2	21.4	22.4	-	1.3				
6.350	0.250		37.3	38.3			28.2	29.2				24.2	25.2					
7.620	0.300		40.6	41.6			31.3	32.3				26.7	27.7					
10.160	0.400		47.5	48.5			35.8	36.8				30.5	31.5					
12.700	0.500		54.4	55.4			40.9	41.9				34.1	35.1					

OBSERVACIONES: Anillo: 5000 Kilos

Observaciones: Muestra Molienda y Proporcionalada por el sitio



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
 MIGUEL TAPAYURI CHOTA
 DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 MIGUEL TAPAYURI CHOTA
 TÉCNICO EN MECANICA DE SUELOS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

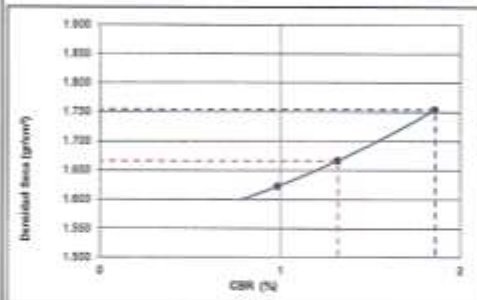
FORMATO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS	Código Ensayo N°:	0.003 - 2018
Solicitante:	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced:	Cdra 7, Jr Tres Esq.	Calicata:	02/M-02
Ubica:	Coordenada: 0182762; 9309917	Profundidad:	0.00 - 1.5'
		Fecha:	31/08/2018
		Ing. Responsable:	R.OLANO.G
		Tec. Responsable:	M. TAPAYURICH

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.754
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	7.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.666

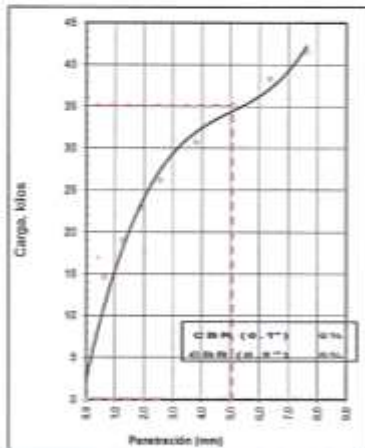
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	=	1.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	=	1.3 %

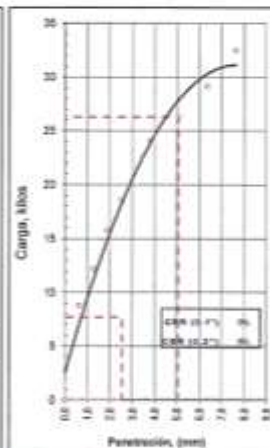
OBSERVACIONES:

El ensayo se realizó con la muestra proporcionada por el testista, dejando saturar por un periodo de noventa y seis horas (4 días)

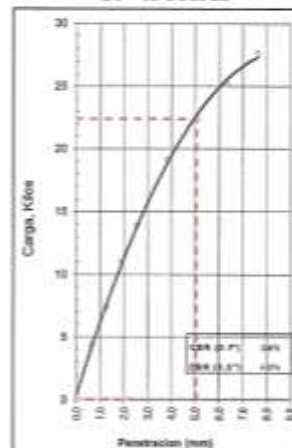
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el testista

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS Y ESTRUCTURAS
CHACHAPOYAS
Ing. RAÚL A. GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS



BUC-2038232747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCN

REGISTRO DE EXCAVACIÓN														
PERFIL ESTRATIGRÁFICO														
Proyecto: COMPORTAMIENTO DEL BUELD EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JUNTO A TREN EMBAJADAS CLASIA SIETE, CHACHAPOYAS						Código Ensayo N°: 8.001 - 2018								
Solicitante: ROY NIXÓN FERNÁNDEZ 4147														
Proced: Ctra 7, Jr. Tres Esq.			Calle: 82 N-02			Fecha: 23/06/2018			Ing. Responsable: ROLANDO					
Ubic: Coordenada: 8142762-8100917			Profundidad: 0.00 - 1.50 mts			Téc. Responsable: M. TAPAYURU CHOTA								
Prof. (m.)	Entrada		Símbolo Grafico	Descripción Visual del Suelo	Clasificación		Granulometría				Constantes Físicas			W. Natural
	Capa	Espesor (m)			AASHTO	Unif.	>2"	3" - 75µ	75µ - 2µ	< 2µ	LL	LP	IP	
0.00	M-02	1.50		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gruesas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.	A-7-6 (13)	CL	0	0	10.7	80.3	43.0	22.0	21.0	21.3
0.30														
0.60														
0.70														
0.80														
0.90														
1.00														
1.10														
1.20														
1.30														
1.40														
1.50														



OBSERVACIONES: No se presenta nivel freático



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
EMPRESARIAL
Ing. RAFAEL CILANO GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURU CHOTA
TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
(MTC E-108 / ASTM D-2216)			
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N° : 0.004 - 2018
Solicitante :	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced :	Cdra 7, Jr Tres Esp.	Calicata : 03 / M-01	Ing. Responsable : R.OLANO,G
Ubica :	Coordenada : 8182778, 9109905	Profundidad : 0.00 - 1.50 mts	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.
I. Contenido de Humedad Muestra Integral :			
	Descripción	5	170
	Peso de tara (gr)	38.9	38.9
	Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	143.8	143.4
	Peso de la tara + muestra seca (gr)	132.7	132.4
	Peso del agua contenida (gr)	11.0	11.0
	Peso de la muestra seca (gr)	93.9	93.5
	Contenido de Humedad (%)	11.8	11.8
	Contenido de Humedad Promedio (%)	11.8	
<i>Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el testista</i>			



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTES
ing. RAÚL A. BLANCO GUEVARA
DIRECTOR (a)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

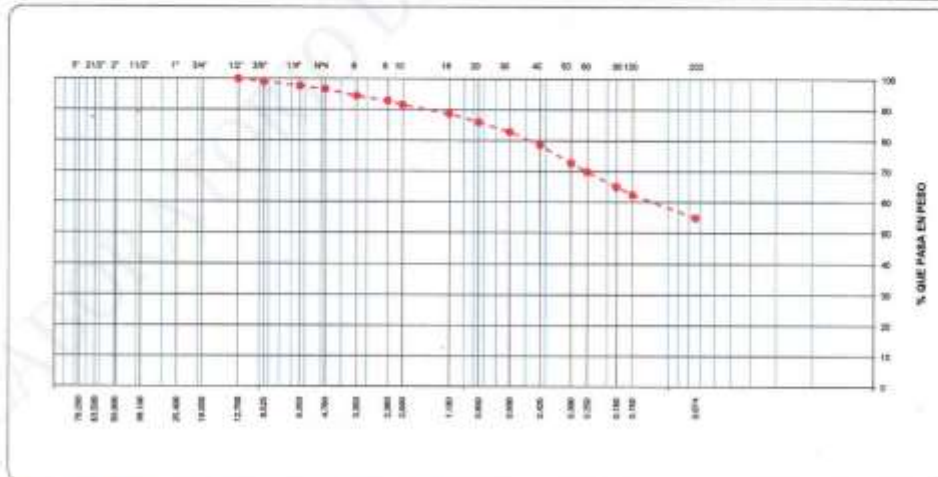
FORMATO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS	Código Ensayo N°:	0.004 - 2018
Solicitante:	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY	Ing. Responsable:	ROLANO G
Proced:	Cdra 7, Jr Tres Esq.	Tec. Responsable:	M. TAPAYURI CH.
Ubica:	Coordenada: 0182728; 9109905	Calicata:	03/M-01
	Profundidad:		0.00 - 1.50 mts
		Fecha:	31/08/2018

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripción
4"	101.600					1. Peso de Material
3"	76.200					Peso Inicial Total (gr) 300.0
2 1/2"	63.500					Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 6.0
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					2. Características
1"	25.400					Tamaño Máximo
3/4"	19.050					Tamaño Máximo Nominal
1/2"	12.700				100.0	Grava (%) 5.6
3/8"	9.525	2.9	1.0	1.0	99.0	Arena (%) 39.6
1/4"	6.350	4.3	1.4	2.4	97.6	Finos (%) 54.8
N° 4	4.760	2.8	0.9	3.3	96.7	Modulo de Fineza (%)
N° 6	3.350	6.8	2.3	5.6	94.4	
N° 8	2.360	4.6	1.5	7.1	92.9	
N° 10	2.000	4.1	1.4	8.5	91.5	3. Clasificación
N° 16	1.180	8.4	2.8	11.3	88.7	Límite Líquido (%) 33
N° 20	0.850	8.2	2.7	14.0	86.0	Límite Plástico (%) 22
N° 30	0.600	9.8	3.3	17.3	82.7	Índice de Plasticidad (%) 11
N° 40	0.425	12.8	4.3	21.5	78.5	Clasificación SUCS CL
N° 50	0.300	17.8	5.9	27.5	72.5	Clasificación AASHTO A-6 (4.1)
N° 60	0.250	8.5	2.8	30.3	69.7	
N° 80	0.180	14.6	4.9	35.2	64.9	
N° 100	0.150	7.7	2.6	37.7	62.3	5. Observaciones (Fuente de Normalización)
N° 200	0.074	22.4	7.5	45.2	54.8	Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013)
Pasante		164.5	54.8	100.0		



Observaciones: Muestra Identificada y Proporciónada por el testista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
CHACHAPOYAS
Ing. RAÚL A. PLAZO GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS

MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

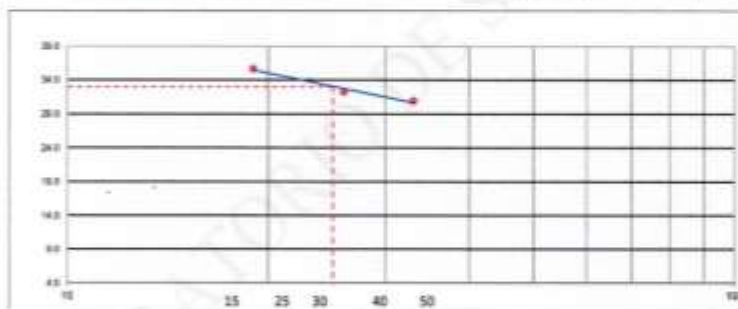
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)			
Proyecto:	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Código Ensayo N°: R.004 - 2018
Solicitante:	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced:	Ctra 7, Jr Tres Esq.	Calicata: 03 / M-01	Ing. Responsable: R.OLANO G
Ubica:	Coordenada: 4182728; 9309905	Profundidad: 0.00 - 1.50 m	Fecha: 31/08/2018
			Tec. Responsable: M. TAPAYURI CH.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		112	142	78	
Peso de Tarro + Suelo Hamedo	gr.	34.78	34.46	34.51	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	31.57	31.56	31.69	
Peso de Tarro	gr.	22.57	22.57	22.57	
Peso de Agua	gr.	3.21	2.90	2.82	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.00	8.99	9.12	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	35.67	32.26	30.92	33.0
Numero de Golpes		19	26	33	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

Peso de Tarro + Suelo Hamedo	gr.	15.16	15.13		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	14.52	14.49		
Peso de Tarro	gr.	11.58	11.58		
Peso de Agua	gr.	0.64	0.64		
Peso de Suelo seco	gr.	2.94	2.91		Límite Plastico
Contenido de Humedad	%	21.77	21.99		22.0



Constantes Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	33.0
Límite Plástico	22.0
Índice de Plasticidad	11.0
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el contratista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
RODRIGUEZ DE MENDOZA
Ing. ROLANDO OLIVINO QUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
ENSAYO DE EXPANSION LIBRE			
(NTP 339.170 / ASTM D-4546)			
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRÓN TRES ESQUINAS		Código Ensayo N° : 8.004 - 2018
Solicitante :	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced :	Cádra 7, Jr Tres Esq.	Calicata : 03 / M-01	Ing. Responsable : R.OLANO.G
Ubica :	Coordenadas: 0182728-9309905	Profundidad : 0.00 - 1.50 mts	Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.
N° CALICATA :	03 / M-01		
N° RECIPIENTE:	1	2	3
LECTURA INICIAL (ml)	100	100	100
LECTURA FINAL (ml)	102	103	103.5
DIFERENCIA DE LA LECTURA (ml)	2	3	3.5
(A) % DE HINCHAMIENTO	2%	3%	4%
PROMEDIO	2.8%		

Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionalada por el testista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS Y ESTRUCTURAS
 Ing. RAÚL ALVARO GUEVARA
 DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 DIRECCIÓN DE CAMINOS
 MIGUEL TAPAYURI CHOYA
 TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)			
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)			
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Codigo Ensayo N° : 0.001 - 2018
Solicitante :	ROY NIXON FERNANDEZ AYAY		
Proced :	Cabra 7, Jr. Tres Esq.	Calicata: 03 / M-01	Ing. Responsable : R. OLANO G
Ubica :	Coordenada: 9182728; 9109965	Profundidad : 0.00 - 1.50 m	Fecha : 31/08/2018 Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.

Molde N° 1	Diametro Molde Metodo	4"			6"			Volumen Molde Peso Molde	930 4027	cm3 gr	N° de capas N° de golpes	5 56Glp.
		A	B	C								
NUMERO DE ENSAYOS												
					1	2	3	4				
Peso Suelo + Molde				gr.	6,005	6,094	6,128	5,801				
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.	1,978	2,067	2,101	2,125				
Densidad suelo Humedo				gr/cm3	2,127	2,223	2,299	2,285				
Recipiente Numero					102	31	163	138				
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.	189.3	190.1	197.2	201.3				
Peso Suelo Seco + Tara				gr.	176.8	179.1	179.0	180.2				
Peso de la Tara				gr.	38.9	38.9	38.9	38.9				
Peso del agua				gr.	12.5	15.1	18.2	21.2				
Peso del suelo seco				gr.	138	136	140	141				
Contenido de agua				%	9.0	11.0	13.0	15.0				
Densidad Seca				gr/cc	1.951	2.001	1.999	1.987				

RESULTADOS					
Densidad Máxima Seca	2.004	(gr/cm3)	Humedad óptima	11.8	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionalada por el testista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS Y INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA
Ing. RAUL A. OLANO GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS



GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES - AMAZONAS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FORMATO
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

Proyecto: **COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS** Código Ensayo N° **0.004 - 2018**

Solicitante: **ROY NIXON FERNANDEZ AEAJ**

Proced: **Cábr 7, Jr. Ten. Eng.** Calibre: **83 / M-01** Ing. Responsable: **R. OLANO G**

UMa: **Coordenada: 0182723, 9309965** Profundidad: **8.00 - 1.50 mm** Fecha: **18/10/2018** Tec. Responsable: **M. TAPAYURI CH**

CALCULO DEL CBR

Molde N°	9		8		7	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9726.0	9948.0	9473.0	9625.0	9270.0	9422.0
Peso de molde (g)	4980.0	4980.0	4942.0	4942.0	4991.0	4991.0
Peso del suelo húmedo (g)	4746.0	4968.0	4531.0	4683.0	4279.0	4431.0
Volumen del molde (cm ³)	2124.0	2124.0	2130.0	2130.0	2122.0	2122.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.234	2.339	2.128	2.199	1.998	2.088
Tara (N°)	108	89	123	27	37	3
Peso suelo húmedo + tara (g)	183.9	184.8	185.8	184.2	185.8	183.9
Peso suelo seco + tara (g)	170.4	167.8	170.2	165.8	168.9	163.0
Peso de tara (g)	38.5	38.3	38.9	38.0	38.9	38.9
Peso de agua (g)	15.5	16.8	15.6	18.4	15.9	20.9
Peso de suelo seco (g)	131.5	128.9	131.3	126.9	131.1	124.1
Contenido de humedad (%)	11.8	13.0	11.9	14.5	12.1	16.8
Densidad seca (g/cm ³)	1.999	2.069	1.902	1.920	1.781	1.788

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/10/18	10:00	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
19/10/18	10:00	24	3	0.127	0.110	12	0.505	0.265	26	0.660	0.374
20/10/18	10:00	48	7	0.178	0.155	15	0.381	0.331	29	0.737	0.641
21/10/18	10:00	72	10	0.254	0.221	20	0.508	0.442	33	0.838	0.729
22/10/18	10:00	96	12	0.305	0.265	27	0.680	0.596	35	0.889	0.773

PENETRACION

PENETRACION	CARGA		MOLDE N°		M-09		MOLDE N°		M-09		MOLDE N°		M-07	
	STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		19.2	20.2			11.3	12.5			8.8	9.8		
1.270	0.050		55.3	56.3			28.4	29.4			19.8	16.8		
1.905	0.075		83.4	84.4			48.7	49.7			34.2	25.2		
2.540	0.100	70.455	103.6	104.6	-	7.4	56.2	57.2	59	4.2	31.4	32.4	36	2.6
3.810	0.150		137.0	138.0			86.2	87.2			50.0	51.0		
5.080	0.200	105.68	163.3	164.3	-	7.8	113.6	116.6	118	3.6	67.4	68.4	71.6	3.4
6.350	0.250		184.6	185.6			141.9	142.9			83.1	84.1		
7.620	0.300		208.6	209.6			160.8	161.8			99.1	100.1		
10.160	0.400		243.0	244.0			190.5	191.5			136.6	131.6		
12.700	0.500		278.9	279.9			230.8	231.8			163.7	163.7		

OBSERVACIONES: Anillo: **5000 Kilos**
Observaciones: Muestra Moleda y Proporciónada por el sistema

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN DE TRANSPORTES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. RAUL A. OLAYO GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

DIRECCION: Km. 1 + 000 CARRETERA A RODRIGUEZ DE MENDOZA- TELEFONO (FAX) #041 - 312358 ANEXO # 121
CHACHAPOYAS - AMAZONAS

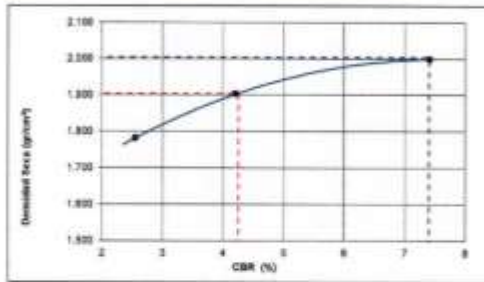


RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
FORMATO			
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR			
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)			
Proyecto :	COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS		Codigo Ensayo N° :
Solicitante :	ROY NIXON FERNANDEZ ATAY		0.004 - 2018
Proced :	Cidra 7, Jr. Tran Esp.	Calicata: 03 / M-01	Ing. Responsable :
Ubicac:	Coordenada: 0182728; 9309905	Profundidad: 0,00 - 1,50 ms	Fecha: 31/08/2018
		Ing. Responsable : ROLANDO G Tec. Responsable : M. TAPAYURI CH.	

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHITO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.004
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.904

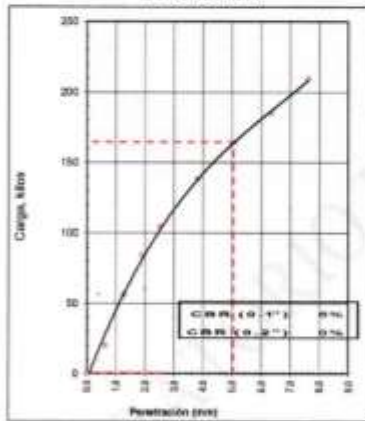
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1" = 7.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1" = 4.5 %

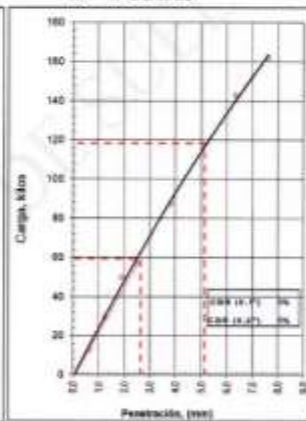
OBSERVACIONES:

El ensayo se realizó con la muestra proporcionada por el testista, dejando saturar por un periodo de noventa y seis horas (4 días)

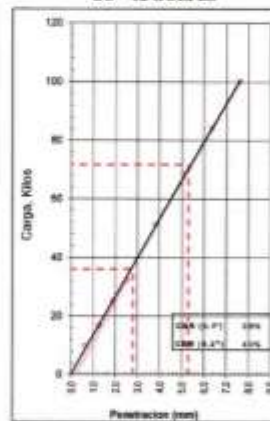
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones: Muestra Identificada y Proporcionada por el testista



DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS E INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN DE CAMINOS
Ing. RAÚL R. BLANCO GUEVARA
DIRECTOR (a)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
SERVIDOR EN RED Y MECANICA DE SUELOS



RUC: 20392327747

REGISTRO DE LICENCIA N° 00001990-MPCH

REGISTRO DE EXCAVACIÓN														
PERFIL ESTRATIGRÁFICO														
Proyecto : COMPORTAMIENTO DEL SUELO EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO JIRON TRES ESQUINAS CUADRA SIETE, CHACHAPOYAS							Codigo Ensayo N° :		0.004 - 2018					
Solicitante: ROY NIXON FERNANDEZ AYAY														
Proced : Cdra 7, Jr Tres Esq.		Calicata: 03 / M-01		Ing. Resp: R.OLANO.G										
Coordenada: 0182728; 9309905		Profundidad: 0.00 - 1.50 mts		Fecha: 25/08/2018		Tec. Resp: M. TAPAYURI CH.								
Prof. (m.)	Estrato		Simbolo Grafico	Descripcion Visual del Suelo	Clasificacion		Granulometria				Constantes Fisicas			W. Natural
	Capa	Espesor (m)			AASHTO	Sucs.	>3"	3" - N°4	N°4 - N° 200	< N° 200	L.L.	L.P	IP	
0.00	M=02	1.50		Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.	A-6 (4)	CL	0	5.57	39.6	54.8	33.0	22.0	11.0	11.8
0.30														
0.60														
0.70														
0.80														
0.90														
1.00														
1.10														
1.20														
1.30														
1.40														
1.50														



OBSERVACIONES : No se presentó nivel freático

DIRECCIÓN DE CAMINOS
AMAZONAS
[Signature]
Ing. R. OLANO GUEVARA
DIRECTOR (e)

DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES
Y COMUNICACIONES
DIRECCIÓN DE CAMINOS
[Signature]
MIGUEL TAPAYURI CHOTA
TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO N° 4:

Panel Fotográfico.



Foto N° 1: Identificación de falas en el pavimento



Foto N° 2: Medición de falas en el pavimento



Foto N° 3: Extracción de muestra de calicata



Foto N° 4: Medición de profundidad de calicata



Foto N° 5 Contenido de Humedad



Foto N° 6: Análisis granulométrico en tamizadora



Foto N° 7: Análisis granulométrico manual



Foto N° 8: Límite Líquido



Foto N° 9: Límite Plástico

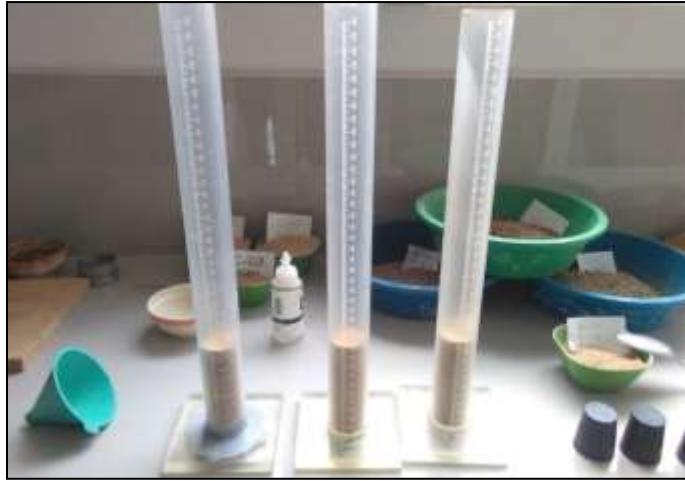


Foto N° 10: Muestras en probetas para ensayo de expansión del suelo



Foto N° 11: Ingreso de agua para el ensayo de expansión del suelo



Foto N° 12: Ensayo de expansión del suelo luego de 24 horas



Foto N° 13: Separación de muestra para ensayo de próctor



**Foto N° 14: Muestra de ensayo de Próctor para
contenido de humedad**



Foto N° 15: Ensayo de C.B.R (calibración)



Foto N° 16: Ensayo de C.B.R



Foto N° 17: Ensayo de C.B.R (toma de datos)



Foto N° 18: Conteo Vehicular



Foto N° 19: Conteo Vehicular



Foto N° 20: Transito de camión pesado en el área dañada



Foto N° 21: Transito de camión pesado en el área dañada