

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(CREADA POR LEY N° 25265)



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE
PARÁMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL
PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE,
HUANCVELICA - 2017.”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INFRAESTRUCTURA VIAL

DISCIPLINA:

INGENIERÍA CIVIL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. ESCOBAR BELLIDO, LUIS

BACH. HUINCHO OCHOA, JESUS

HUANCVELICA – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el salón del pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil-Huancavelica de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 20 días del mes de diciembre del año 2017, a horas 4:00 p.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Ing. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES (PRESIDENTE)**, **Ing. Hugo Rubén LUJAN JERI (SECRETARIO)**, **Arq. Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA (VOCAL)**, designados con Resolución de Consejo de Facultad N° 076-2017-FCI-UNH, de fecha 03 de febrero del 2017 y ratificados con Resolución de Decano N° 168-2017-FCI-UNH de fecha 06 de diciembre del 2017, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARÁMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA-SACHAPITE, HUANCAVELICA-2017", presentado por los Bachilleres **Luis ESCOBAR BELLIDO** y **Jesús HUINCHO OCHOA**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **Ing. Carlos GASPAC PACO**, Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas **5:30 p.m**; se invitó al público presente y los sustentantes abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

Luis ESCOBAR BELLIDO

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

Jesús HUINCHO OCHOA

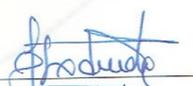
APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:



Presidente



Secretario



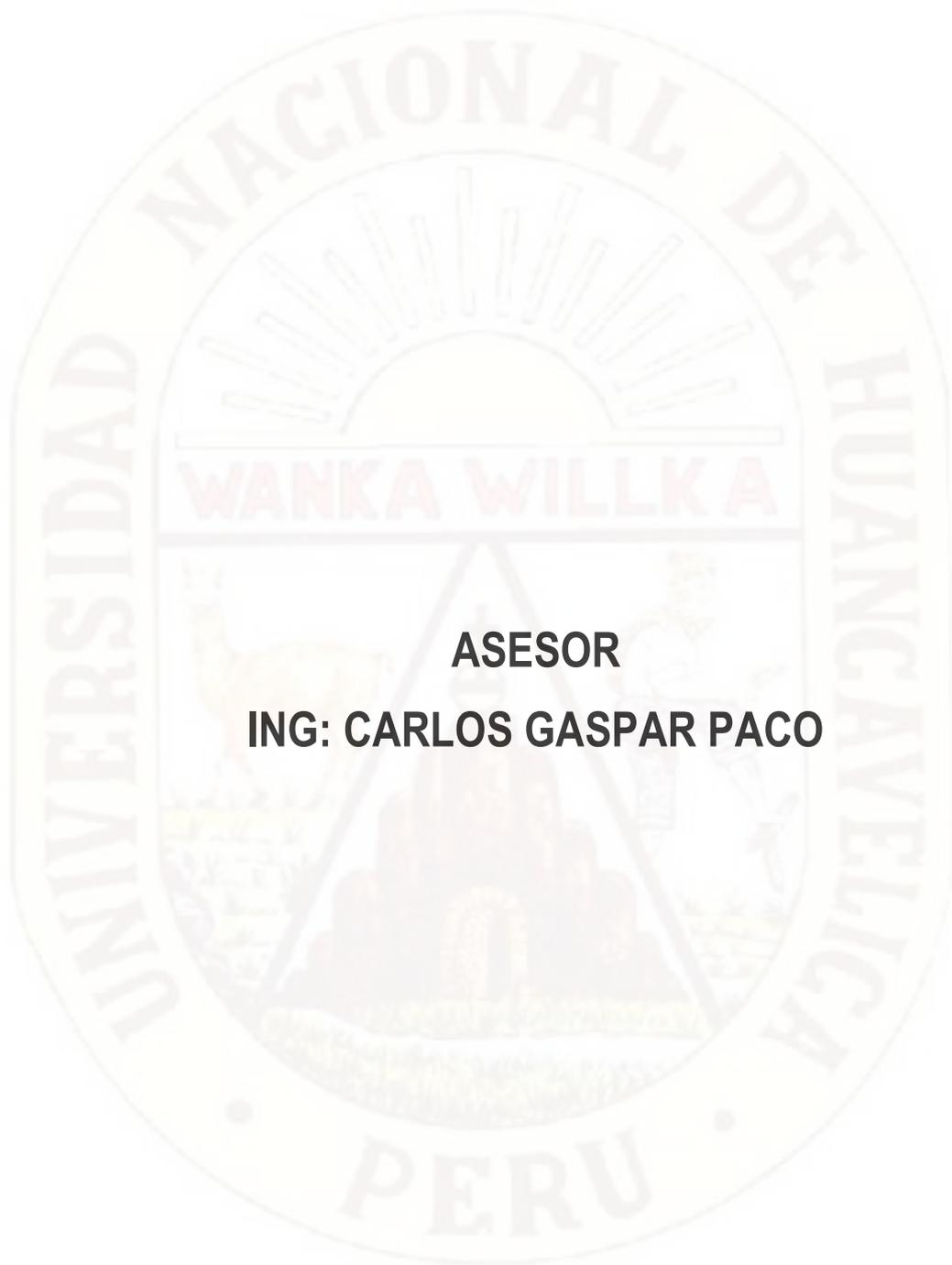
Vocal



Vº Bº Decano

ÍNDICE

Resumen	
Introducción	
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos: General y específico	2
1.4. Justificación	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.2. Bases teóricas	8
2.3. Hipótesis	25
2.4. Variables de estudio	26
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Ámbito de estudio	27
3.2. Tipo de investigación	27
3.3. Nivel de investigación	27
3.4. Método de investigación	27
3.5. Diseño de investigación	28
3.6. Población, muestra, muestreo	28
3.7. Técnicas e instrumento de recolección de datos	28
3.8. Procedimiento de recolección de datos	28
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	29
CAPÍTULO IV RESULTADOS	
4.1. Presentación de resultados	30
4.2. Discusiones	136
4.3. Conclusiones	139
4.4. Recomendaciones	141
4.5. Referencias bibliográficas	142
4.6. Anexos	143
4.7. Matriz de consistencia	169



ASESOR
ING: CARLOS GASPAR PACO

RESUMEN

El presente trabajo de investigación realiza el análisis y evaluación del desempeño estructural del pavimento flexible mediante la aplicación de una de las variables obtenidas en laboratorio y el cálculo por medio de las ecuaciones de AASHTO 93 e INSTITUTO DEL ASFALTO. Esta dentro de los parámetros de diseño según la norma peruana del MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

El problema de investigación fue el analizar la influencia de los parámetros para un análisis de la estructura del pavimento debido a las fallas en la superficie de rodadura de la carpeta asfáltica. Es por ello desarrollar la investigación en el área de infraestructuras viales y de esta manera poder preservar la vida útil del pavimento. El problema, por otro lado, surge por la inquietud de porque el pavimento muestra una baja serviciabilidad de la carpeta asfáltica.

La investigación se realizó en base al problema: ¿Cómo influyen los parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE, HUANCVELICA?, tuvo como objetivo: Determinar la influencia de parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento. Los resultados permiten concluir que existe relación entre los parámetros de diseño y el diseño de pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en el tramo SANTA ROSA – SACHAPITE, HUANCVELICA. Siendo la investigación de tipo aplicada; se alcanzó el nivel de investigación explicativo, los métodos usados fueron el científico, deductivo e inductivo, el diseño fue pre-experimental, con una muestra de 12 kilómetros de estudio de pavimento flexible.

Palabras claves (serviciabilidad, pavimento, deterioro, vida útil)

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la determinación de la influencia de parámetros de diseño, para diseñar el pavimento flexible mediante el modelo de falla, los parámetros de diseño se obtuvieron: Mediante el estudio de suelos obtuvimos el parámetro de CBR, el estudio de tráfico se obtuvo mediante fichas de conteo vehicular en las zonas de estudio y el deterioro del pavimento se obtuvo mediante el estudio de las dimensiones de las diferentes fallas de la metodología del modelo de falla por ahuellamiento y agrietamiento. De esa manera obtener los parámetros de diseño para poder obtener las diferentes influencias en el diseño de pavimentos flexibles.

Este trabajo de investigación presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo I: Se presenta el planteamiento de la investigación, planteamiento del problema, formulación del problema, objetivo general, objetivo específico y la justificación.

En el capítulo II: Se considera los aspectos del marco teórico, teniendo en cuenta a distintos libros revistas que nos presenta las teorías para elaborar la investigación y asimismo, los antecedentes nacionales e internacionales que ayuden a desarrollar la investigación basándonos en investigaciones anteriores.

En el capítulo III: Abordamos la metodología de la investigación que permitiría llevar a cabo la investigación de acuerdo a los lineamientos de la investigación científica.

En el capítulo IV: Presenta los resultados e interpretación de los resultados y formular las discusiones, conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estado actual del tramo de SANTA ROSA – SACHAPITE, HUANCVELICA se encuentra en pésimas condiciones, la carpeta de rodadura no permite una buena fluidez de transitabilidad de los vehículos, generando un malestar en los usuarios de esta vía importante para HUANCVELICA.

El conocimiento del flujo vehicular en esta intersección permite conocer el grado de ocupación y las condiciones bajo las que ésta opera. Un análisis de su comportamiento permite definir las tendencias de crecimiento y el momento a partir del cual dejará de prestar un servicio adecuado, convirtiéndose así esta vía de mayor demanda vehicular, a su vez esta ocasionara fallas de fatiga en la carpeta asfáltica, ya que es mayor el número de repeticiones del eje estándar (8.2tn), provistos para su diseño.

La resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR) requiere una exploración e investigación delicada y de mayor precisión debido a que aparenta tener valores menores (CBR de diseño < 10%) o las subrasantes no están sectorizadas por su variación crítica, indicándonos una baja capacidad de corte para su diseño de la estructura del pavimento. Ya que es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aún con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos de su CBR de diseño.

Los problemas encontrados son directamente ocasionados por un mal estudio de tráfico vehicular y el estudio inadecuado de la capacidad de corte del suelo (CBR), como

consecuencia afecta a la población que se traslada entre los lugares de SANTA ROSA – SACHAPITE DE HUANCVELICA, la evidencia se muestra por la falta de comodidad, seguridad y funcionalidad, siendo estas fallas presentes en toda la vía y observadas a simple vista en la carpeta asfáltica como son piel de cocodrilo, exudación, fisuras en bloque, fisuras longitudinales, desprendimientos y peladuras, ahuellamiento, fisuras transversales, etc.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influyen los parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA – SACHAPITE, HUANCVELICA - 2017?

1.3 OBJETIVO

a) Objetivo general

- Determinar la influencia de parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCVELICA – 2017.

b) Objetivos específicos

- Determinar el índice medio diario para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA-SACHAPITE HUANCVELICA – 2017.
- Determinar la resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR) para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE, HUANCVELICA – 2017.
- Determinar la vida útil del pavimento flexible para diseñar y evitar el deterioro prematuro para SANTA ROSA – SACHAPITE, HUANCVELICA – 2017.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación es importante para poder predecir la vida útil de los pavimentos flexibles del proyecto de tesis, de esa manera poder garantizar un buen confort a los usuarios de la vía SANTA ROSA-SACHAPITE, HUANCVELICA.

La información que aporta esta investigación es, la actualización del índice medio diario (IMD) encontrada en la vía de estudio. Tanto como el esfuerzo de corte de la subrasante (CBR), analizada en el laboratorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA.

También implementa la metodología del INSTITUTO DEL ASFALTO en el modelo de falla recomendada por el MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

Las problemáticas que resuelven esta investigación es sectorizar la via por el nivel de CBR y poder definir los puntos críticos de baja capacidad cortante y así poder diseñar por tramos homogéneos y/o críticos.

Se debe investigar este proyecto para dar fluidez y continuidad del flujo vehicular, para las obras viales del futuro para tener una buena serviciabilidad de la vía en estudio.

Es pertinente desarrollar este proyecto de investigación para poder intervenir la via antes que llegue a su colapso y/o predecir las fallas por ahuellamiento o fatiga y poder intervenir con un mantenimiento o diseñar la estructura del pavimento nuevamente. Y de esa manera brindar un buena serviciabilidad a los usuarios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1. Internacional

- a) BALTAZAR, VARGAS, GUTIÉRREZ. (2014). “Análisis comparativo para diseño de pavimentos flexibles mediante las alternativas: IMT-PAVE y CR-ME del método mecanicista empírico, con el método AASHTO 93”, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR facultad de ingeniería y arquitectura escuela de ingeniería civil. El problema en el SALVADOR, fue desarrollar de la capacidad vial en constante cambio, tanto en lo relativo a nuevas vías abiertas como a reconstrucciones y reparaciones, pudiéndose observar en la escena cotidiana. En general, la investigación en el área es poca, dándose lugar a un traslado constante de técnicas, metodologías y reglamentos ya existentes, desarrollados en países con avances más significativos en el área de carreteras, esto debido igualmente a una mayor inversión en la investigación científica de disciplinas con aplicación de técnicas en dichas naciones. Dado que existen en el medio, otros enfoques de diseño de pavimentos, con bases mecanicistas-empíricas distintas, es de enorme conveniencia, de primera mano conocer dichas metodologías, en especial, debido a que en el SALVADOR no se está familiarizado con diversas opciones de diseño, con el objeto de comparar resultados en cuánto a las características de diseño que arrojaran cada una de ellas, analizando su desempeño, funcionalidad y las ventajas económicas de usar un método sobre otro. La presente investigación es de tipo cualitativo porque permite describir las características del fenómeno estudiado por las diferentes metodologías. El proyecto investigativo es un trabajo proyectado hacia comparar las variables de cada una de las alternativas y el método de diseño de pavimentos flexibles en estudio, así como sus fortalezas y debilidades, para diversos requerimientos en

la estructura del pavimento flexible. El presente estudió, busca también generar un primer acercamiento a las alternativas IMT-PAVE y CR-ME, ya que en nuestro país se usa desde hace muchos años para el diseño de pavimentos flexible el AASHTO 93, por lo cual es necesario abordar y desarrollar nuevas alternativas más en concordancia con las necesidades actuales de los pavimentos flexibles, sin embargo, no se espera introducir las alternativas al medio, pues se trata de un objetivo demasiado ambicioso y que demandaría una inversión de tiempo y recursos que exceden la capacidad de la presente investigación. También hacerse del conocimiento de los métodos y las alternativas de diseño en pavimentos flexibles en las que ya se utiliza la metodología mecanicista-empírica, ya que en estas se realiza una mejor caracterización de los materiales (uso de los módulos elásticos), consideraciones reales del tránsito (pesos de los vehículos) y la utilización del factor climático (temperatura ambientales); para que los diseños que se realizan sean acorde a condiciones de la zona.

- b) BATISTA. (2014) realizo el “Chequeo de estructuras de pavimento flexible a través del software (MEPDG)”. Universidad Central “MARTA ABREU” de las VILLAS facultad de construcciones departamento de ingeniería civil. CUBA. EL problema planteado fue ¿Cuál será La tendencia internacional que se orienta al desarrollo de métodos empírico-mecanicista de diseño de pavimento. Sobre esta base se analiza la posibilidad de chequear las estructuras de pavimento diseñadas, actualmente en CUBA. ¿La presente investigación es de tipo descriptivo correlacional porque busca la relacion con los diferentes metodos empíricos. El proyecto investigado “Chequeo de estructuras de pavimento flexible a través del software (MEPDG)” es un trabajo proyectado hacia los resultado de esta etapa, se logra establecer un procedimiento de comprobación de algunos de los criterios de la mencionada guía haciendo especial énfasis en las modificaciones que deben ser incluidas en el software para comenzar su adaptación a las condiciones de nuestro país. El objetivo es establecer una metodología para la introducción paulatina de la guía de diseño MEPDG 2004 como herramienta de chequeo de diseño de estructuras de pavimento flexible.

Objetivos específicos de la investigación: Analizar el estado actual del conocimiento sobre el tema del diseño de estructuras de pavimento flexible para determinar cuáles son las tendencias investigativas contemporáneas y definir la línea de trabajo a seguir. Definir criterios de chequeo para estructuras prediseñadas por la norma cubana que tomen en consideración las principales ventajas de los métodos de diseño de la guía AASHTO 2004. (Modelar mediante el software MEPDG V 1.0) estructuras de pavimento flexible previamente diseñadas por la norma cubana, para chequear el comportamiento ante la acción de las cargas de tráfico real durante su vida útil. Establecer una propuesta de valores admisibles para las patologías (roderas y piel de cocodrilo) .Proponer una metodología para el uso del software MEPDG v1.0 como herramienta de chequeo para estructuras de pavimentos flexibles diseñadas a partir de los criterios de la norma cubana vigente. Los desarrollos empíricos tienen su origen en bases de datos reales conformadas a partir de pavimentos existentes, en este se correlaciona el comportamiento de los pavimentos in-situ, a través de observaciones y mediciones de campo, con los factores que causan los mecanismos de degradación en estas estructuras. Los factores más importantes son las cargas impuestas por el tránsito, las condiciones ambientales (principalmente temperatura y precipitación) a las cuales se encuentra sometida la estructura, el tipo de suelo o terreno de fundación (subrasante), la calidad de los materiales empleados y deficiencias durante el proceso constructivo. Todos estos factores son controlados y medidos durante las fases de estudio para correlacionarlos con los mecanismos de degradación y crear así el método de diseño.

2.1.2. Nacional

- a) **RENGIFO (2014)** .Realizo la investigación titulada “Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de HUACHO a PATIVILCA (Km 188 A 189)”. El problema fue: En el PERÚ las vías de comunicación más utilizadas dentro del territorio son las terrestres. Dentro de estas se encuentran los caminos, carreteras, etc. Las carreteras permiten optimizar los tiempos de recorrido de los vehículos debido al

diseño de su capa de rodadura. El tipo de investigación es explicativo, el diseño de investigación que se utilizó fue el pre-experimental. La población y muestra estuvo constituida por el tramo de HUACHO a PATIVILCA (Km 188 a 189) teniendo como objetivo realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera panamericana norte. Se diseñará dicho pavimento considerando el pavimento flexible y se diseñó mediante la metodología de la AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO) y la del INSTITUTO DEL ASFALTO (IA) para luego comparar ambos resultados y escoger la mejor opción. Como conclusión: Para el pavimento flexible, la fórmula de número estructural permite obtener diversas opciones para la conformación de la estructura. Así con el método de AASHTO se presenta ocho diversas opciones, las cuales se analizarán económicamente.

- b) **SARMIENTO y ARIAS (2015)**. Realizó la tesis titulada: *“Análisis y diseño vial de la avenida MARTIR OLAYA ubicada en el distrito de LURÍN del departamento de LIMA”*. El principal problema que presenta la vía son los daños existentes en la capa de rodadura que se podrán visualizar, los cuales son ocasionados por el aumento del flujo de vehículos livianos como autos y camionetas, y por la generación de un nuevo flujo de tránsito de vehículos pesados. El estudio es de tipo de investigación experimental, la población y muestra total estuvo conformada por la avenida MÁRTIR OLAYA ubicada en el distrito de LURÍN del departamento de LIMA. Las metodologías usadas fueron AASTHO 93. Los resultados fueron: Al finalizar se llegó a la siguiente conclusión en cuanto a el método AASTHO 93, se puede decir que este último es una herramienta más completa para el análisis y diseño de pavimentos ya que en primer lugar, dejando atrás al método ESAL, se puede analizar los daños de diversos vehículos de manera individual como la deformación permanente y el agrietamiento por fatiga. Asimismo, el AASTHO 2008 exige datos de entrada o inputs del clima, materiales, tráfico específicamente de la zona en donde se va a llevar a cabo la

construcción de la vía. Para obtener todo esto, primero se necesita implementar modelos de deterioro de pavimentos para poder predecir fallas como fatiga, deformación, ahuellamientos, deformación térmica, etc. También desarrollar base de datos climáticos detallados para diferentes regiones, desarrollar base de datos de espectro de carga para diferentes vías, mediciones de coeficientes de expansión térmica, desarrollar base de datos de módulos resilientes.

- c) **MINAYA & ORDOÑEZ (2004)** .Realizo la investigación titulada “El modelo de predicción del comportamiento mecánico”. El problema fue: En el PERÚ como predecir la vida útil de las vías urbana en LIMA. El tipo de investigación es explicativo, el diseño de investigación que se utilizó fue experimental y su verificación se realizaron sobre una muestra original de 1430 puntos y 149 mezclas y su posterior ajuste y validación se realizó con 1320 puntos y 56 mezclas adicionales.

2.2 BASES TEÓRICAS:

2.1.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

Estudio de tráfico según la UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN [UMSM], (2004, pg.377) El volumen y la intensidad de carga del tráfico debe ser consistentes en cada sección individual. Para los caminos y calles, la consideración primaria debe ser dada al tráfico de camiones. Una intersección se puede tratar como una sección separada si tiene mucho volumen de tráfico que circunda el pavimento para dividir carreteras, es recomendable separar las secciones por cada dirección de tráfico (por carriles de ida y vuelta).

Según el MANUAL DE CARRETERAS SUELO GEOLÓGICA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (2013, pg.73). La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino. En lo que corresponde a la sección de suelos y pavimentos de este manual, la necesidad de

información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico puede estimarse crecerá la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los términos de referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos. “La información directa requerida para los estudios del tráfico” (Pg.73). En principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, se conformará con muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos en cada sentido de tráfico. La demanda de carga por eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guardan relación directa con el deterioro del pavimento. Contando con la referencia regional previamente descrita, en términos generales será suficiente realizar las nuevas investigaciones puntuales por tramo en solo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal. Uno de los días corresponde a un día laborable típico y la “Demanda proyectada” (Pg.74). La información levantada servirá de un lado como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis; y en este contexto, para establecer el número de ejes equivalentes (EE) de diseño para el pavimento. El ingeniero responsable deberá sustentar si hay razones para establecer que el crecimiento de la demanda seguirá una tendencia histórica identificable con información previa existente o si esta será modificada por factores socio-económicos, acompañando el análisis justificatorio.

“Factor direccional y factor de carril” (Pg.74-75). El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas

direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico. El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de ejes equivalentes (EE), donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril. El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD. Ver cuadro “Cálculo de tasas de crecimiento y proyección” (Pg.75). Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

$$T_n = t_o(1 + r)^{n-1}$$

En la que:

T_n: Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

T_o: Tránsito actual (año base) en veh/día.

n : Número de años del período de diseño.

r : Tasa anual de crecimiento del tránsito.

“La tasa anual de crecimiento del tránsito” (Pg.77). Se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el producto bruto interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%. Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

“Número de repeticiones de ejes equivalentes. ESAL” (Pg.78). Para el diseño de pavimento la demanda que corresponde al del tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia. El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como ejes

equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 toneladas de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². Los ejes equivalentes (EE), son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

“Para el diseño de un pavimento” (Pg.79). Se adopta el número proyectado de EE que circularán por el “Carril de diseño”, durante el periodo de análisis. El carril de diseño corresponderá al carril identificado como el más cargado de la carretera y el resultado de este cálculo será adoptado para todos los carriles de la sección vial típica de esa carretera, por tramos de demanda homogénea. Para definir la demanda sobre el carril de diseño se analizará el tipo de sección transversal operativa de la carretera, el número de calzadas vehiculares y la distribución de la carga sobre cada carril que conforma la calzada.

[U M S], (Pg.21) .Sobre la relación de los ejes: Se denomina eje simple al elemento constituido por un solo eje no articulado a otro, puede ser: motriz o no, direccional o no, anterior, central o posterior. Peso máximo admisible para un eje simple de 2 neumáticos es de 7000 Kg (15 Kips). “Se denomina eje tándem”, (Pg.22) al elemento constituido por dos ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por una distancia menor a 2,4 metros. Estos reparten la carga, en partes iguales, sobre los dos ejes. Los ejes de este tipo pueden ser motrices, portantes o combinados. Peso máximo admisible para un eje tándem de 4 neumáticos es de 10000 Kg (22 Kips). “Se denomina eje tridem”, (Pg.23) al elemento constituido por tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por distancias menores a 2,4 metros. Estos reparten la carga sobre los tres ejes. Los ejes de este tipo pueden ser motrices, portantes o combinados. Peso máximo admisible para un eje tridem de 6 neumáticos es de 17000 Kg (37 Kips).

**RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES
EQUIVALENTES PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EE 8.2TN)
Eje simple de ruedas simple (EEs1).	$EEs1=[p/6.6]^{4.0}$
Eje simple de ruedas dobles (EEs2).	$EEs2=[p/8.2]^{4.0}$
Eje tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEtA1).	$EETA1=[p/14.8]^{4.0}$
Eje tándem (2 eje ruedas dobles) (EEtA2).	$EETA2=[p/15.1]^{4.0}$
Eje tridem (2 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1).	$EEr1=[p/20.7]^{3.9}$
Eje tridem (3 eje de ruedas dobles) (EEtA2).	$EETR2=[p/21.8]^{3.9}$
P=Peso real por eje en toneladas.	

Fuente: Base de la tabla del apéndice "D" la guía de AASHTO 93

“Para el cálculo de ESAL“(Pg.85). El número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$$\mathbf{Nrep\ de\ EE\ 8.2\ tn} = \sum[\mathbf{EEdía - carril} \times \mathbf{Fca} \times \mathbf{365}]$$

Donde:

Nrep de EE 8.2tn: Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn.

EEdía-carril: Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el factor direccional, por el factor carril de diseño, por el factor vehículo pesado del tipo seleccionado. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:

$$\mathbf{EEdía-carril: IMDpi} \times \mathbf{Fd} \times \mathbf{Fc} \times \mathbf{Fvpi} \times \mathbf{Fpi}$$

Donde:

IMDpi: Corresponde al índice medio diario según tipo de vehículo pesado seleccionado.

Fd: Factor direccional.

Fc: Factor carril de diseño.

Fvpi: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

Fca: Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

365: Número de días del año.

Σ : Sumatoria de ejes equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

2.1.2. ESTUDIO DE SUELOS

Colegio de geólogos de COSTARRÍCA, (2011, parr.1). El estudio de suelos permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.

MANUAL DE CARRETERAS, SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS [MCSGGP], (2013, Pg.29) .Define la exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aún con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

“De las calicatas” [MPCSGGP], (2013, Pg.30) .Deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado. “De las muestras obtenidas”(Pg.30) .Se efectuarán ensayos

en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de subrasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para obtener el perfil estratigráfico en zonas donde existirán cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza y características de los suelos y/o roca subyacente (según norma MTC E101).

“Caracterización de la subrasante” [MCSGGP], (Pg.31). Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios ó calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al estudio de tráfico.

Análisis del método de AASHTO, [AMA], (2008, pg.17). La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. En la década del 50 se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la subrasante y se idearon ensayos para caracterizar mejor a estos suelos. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformaciones tales como el CBR, compresión simple son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas tales como el ensayo del módulo resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones.

MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, [MCSGGP], (2009, Pg.34). Descripción de los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO, “ Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta”, (Pg.34) granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la

proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.” La plasticidad” (Pg.36-37).Es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los límites de ATTERBERG. Los límites de ATTERBERG establecen cuanto sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: Líquido, plástico o sólido. Estos límites de ATTERBERG que miden la cohesión del suelo son: El límite líquido (LL, según ensayo MTC EM110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC EM 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC EM 112).

Límite líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse. Límite plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado límite de contracción (Retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad. Además del LL y del LP, una característica a obtener es el índice de plasticidad IP (Ensayo MTC EM 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

“Índice de plasticidad”, (Pg.37). El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación con su índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelo muy arcilloso
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelo arcilloso
IP < 7	Media	Suelo poco arcilloso plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelo exentos de arcilla

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS SUELO, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

URTECHO, GRADIZ, ESPINOZA, FLORES, (2009, Pg.2).El proceso del ensayo de proctor modificado se toma una muestra de suelo que pase tamiz # 4 se le agrego agua hasta llegar al contenido requerido de acuerdo al porcentaje que fue previamente escogido. Luego se determinó el peso del molde de proctor más el envase y luego vierta la muestra húmeda de suelo en el molde. Cada capa (5 capas) debe ser compactada uniformemente por el martillo (moviendo por toda las paredes del molde) .Proctor modificado 56 veces antes que la siguiente capa sea vertida al molde. "Se procede a partir la muestra" URTECHO, etc, Al, (2009, Pg.2).Por el centro para obtener una muestra del centro del suelo compactado luego se coloca en la tara, es pesada. Con la muestra de suelo húmedo del cilindro de suelo compactado y determine el peso de la tara más el suelo húmedo. Coloque la tara de humedad con suelo húmedo en el horno hasta secarse a un peso seco. Con el objetivo de determinar el peso volumétrico seco máximo (d máx) que pueda alcanzar un material, así como la humedad óptima (W ópt.) a que deberá hacerse la compactación. URTECHO, etc, Al, (2009, Pg.7).

VÁSQUEZ, (2013, Pg.2).Ensayo de CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR). Menciona la medida indirecta de la resistencia al corte por penetración, en condición no drenada, de suelos de subrasante y materiales granulares.

Según el MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS,[MCSGGP],(Pg.39-40).El ensayo de CBR: (ensayo MTC EM 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO 93, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará

referido al 95% de la MDS (Máxima densidad seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. Para la obtención del valor CBR de diseño de la subrasante, se debe considerar lo siguiente: "En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados", (Pg.40) por el tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.

En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante en función a los siguientes criterios: Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.

Una vez definido el valor del CBR de diseño: para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector, según lo siguiente:

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S0: Subrasante inadecuada.	CBR < 3%
S1: Subrasante pobre.	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante regular.	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante buena.	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena.	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante excelente.	CBR ≥ 30%

Fuente: MANUAL DE CARRETERAS SUELO, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

2.1.3. PAVIMENTO FLEXIBLE

Según el MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS [MCSGGP]. (2013, Pg. 30). El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (sub-base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se

considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

BENDEZU. (2014, Pg 6). El pavimento flexible es una estructura conformada por una o varias capas de materiales apoyados íntegramente sobre el terreno, se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados preparadas para soportar las cargas repetidas del tránsito, en diferentes condiciones climáticas, sin agrietarse o deformarse excesivamente y con capacidad de transmitir las a los suelos de subrasante y de fundación, sin provocar hundimientos o asentamientos excesivos, dentro de un rango de serviciabilidad y durante el periodo de tiempo para el cual fue diseñado la estructura del pavimento.

AYALA. (2014 Pg 2). Todo pavimento flexible esté conformado por una capa de subrasante preparada y compactada a una densidad específica, una capa de sub-base que puede ser omitida dependiendo de la calidad de la subrasante, una capa de base que se coloca sobre la sub-base, o sobre la subrasante. Sobre la base se conforma la carpeta asfáltica que consiste de una mezcla de material bituminoso y agregados.

“El método AASHTO es un método de regresión basado en resultados empíricos de la carretera de prueba AASHTO construida en los años 50. AASHTO publicó la guía para el diseño de estructuras de pavimento en 1972, cuyas revisiones fueron publicadas en 1981, 1986, 1993 y la actual versión de 2008.” (Pg 2).

2.1.3.1. MÉTODO GUÍA AASHTO 93 DE DISEÑO.

[MCSGGP] (2013, Pg. 158). Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasantes para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

➤ **Periodo De Diseño.**

[MCSGGP] (2013, Pg. 158). El periodo de diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la entidad.

➤ **Variables.**

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

➤ **W18:** Es número acumulado de ejes simples equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al número de repeticiones de (EE) de 8.2tn [MCSGGP] (2013, Pg. 153).

➤ **Módulo de Resiliencia (MR):** Es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR. [MCSGGP] (2013, Pg. 153).

$$Mr(psi) = 2555x CBR^{0.64}$$

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 93

➤ **Confiabilidad (%R):** El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. [MCSGGP] (2013, Pg. 154).

➤ **Coficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr):** El coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr) representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal. [MCSGGP] (2013, Pg. 155).

- **Desviación Estándar Combinada (So):**[MCSGGP] (2013, Pg. 157).La desviación estándar combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La guía AASHTO 93 recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de (So) comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45.
- **Índice de Serviciabilidad Presente (PSI):** [MCSGGP] (2013, Pg. 158).Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el (PSI) también decrece.
- **Serviciabilidad Inicial (Pi):** Es la condición de una vía recientemente construida. A continuación se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico: [MCSGGP] (2013, Pg. 158).
- **Serviciabilidad Final o Terminal (PT):** Es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción. [MCSGGP] (2013, Pg. 159).
- **Variación de Serviciabilidad (ΔPSI):** Es la diferencia entre la serviciabilidad inicial y terminal asumida para el proyecto en desarrollo. [MCSGGP] (2013, Pg. 160).
- **Numero Estructural Requerido (SNR):**[MCSGGP] (2013, Pg. 161).Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO 93 y se obtiene el número estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de sub-base, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 m_2 + a_3 x d_3 m_3$$

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales de las capas: superficiales, base y sub-base, respectivamente.

d_1, d_2, d_3 = Espesores de las capas: superficiales, base y sub-base, respectivamente.

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje para las capas de base y sub-base, respectivamente.

- **Drenaje:** [MCSGGP] (2013, Pg. 163). Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación. Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente manual, el coeficiente de drenaje para las capas de base y sub-base, asumido fue de 1.

2.1.3.2. CONCEPTOS MECANISTICAS EN PAVIMENTOS.

- **Metodología mecanística.**

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE [SCTIMT] (2013, Pg. 163). En los métodos de análisis estructural y diseño de pavimentos. La práctica actual se basa en métodos básicamente empíricos, en donde el diseño se espalda en propiedades físicas de los materiales, y algún índice de resistencia como lo es el valor relativo de soporte, (también denominado CBR por sus siglas en inglés, CALIFORNIA BEARING RATIO). Aun las metodologías basadas en métodos de regresión de resultados en tramos de prueba, como el método AASHTO 93 actual, se le puede considerar como empírico en el sentido en que su aplicación está rigurosamente restringida a las condiciones que se utilizaron para su calibración. Por supuesto que ya se manejan conceptos mecanísticas como el módulo de resiliencia, pero sólo como parámetro de cálculo que se correlaciona con el valor relativo del soporte, y no como una propiedad fundamental del material. En el mejor de los casos, existen métodos de diseño que se les llama semi-empíricos, o empírico-mecanística, porque consideran leyes de fatiga

de los materiales en los cálculos de vida útil; por ejemplo el método SHELL o el INSTITUTO NORTEAMERICANO DEL ASFALTO.

- MINAYA & ORDOÑEZ (2013, Pg. 1).Según HUANG (1993), los métodos de diseño de pavimentos se clasifican en 05 categorías: métodos empíricos con o sin ensayos de resistencia de suelos, método de falla cortante límite, método de deflexión límite, método de regresión basado en el comportamiento de pavimentos o ensayos en pistas de prueba y métodos empíricos mecánicos.
- MINAYA & ORDOÑEZ (2013, Pg. 1).El método empírico mecánico se basa en la aplicación de la mecánica estructural, que permite determinar la respuesta de los elementos estructurales que compone el pavimento, tales como esfuerzos, deformaciones y desplazamientos, debido a las cargas aplicadas por las ruedas, utilizando por cierto, los fundamentos y el modelamiento que permite la teoría elástica.

2.1.4. MECANISMOS DE FALLA.

- MINAYA & ORDOÑEZ (2001, Pg. 09).Ahuellamiento en capas bituminosas, fisuras superficiales, ondulaciones, resistencia al deslizamiento, fisuras iniciadas en la base de la carpeta, desprendimiento, ahuellamiento en la sub rasante, fatiga térmica, fisuramiento por baja temperatura.
- AYALA (2014, Pg. 02).Las fallas de los pavimentos flexibles se pueden agrupar en cuatro grandes categorías: Deformaciones, agrietamientos, los defectos de superficie y los defectos de borde:
 - Deformaciones (Depresiones, ahuellamientos, desplazamientos y hundimientos en el borde del pavimento).
 - Agrietamientos (Piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, fisuras transversales, fisuras en bloque, fisuras en diagonal).

2.1.5. MODELOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.

- BENDEZU (2014, Pg. 11). Existen modelos de solución para las fallas como soluciones analíticas (BOUSSINESQ, BURMISTER), de 1 capa, 2 o más capas; teoría elástica multicapa (métodos numéricos); métodos de elementos finitos.
- BENDEZU (2014, Pg. 12). Se debe tener en cuenta la siguiente metodología para el cálculo de tensiones y deformaciones: Capas horizontales, finitas verticalmente excepto la subrasante, existe continuidad entre las capas, solo se considera las cargas provenientes del tráfico, las fuerzas de inercia se desprecian.
- ACERO (2014, Pg. 13). Las ecuaciones de BOUSSINESQ fueron originalmente desarrolladas para una carga puntual estática. Posteriormente, las ecuaciones de BOUSSINESQ fueron extendidas por otros investigadores para su aplicación con cargas uniformemente distribuidas (NEWMARK, 1947; FOSTER Y AHLVIN, 1954; SANBORN Y YODER, 1967).
- Deformaciones en el centro de un área circular (BOUSSINESQ)

$$\varepsilon_r = \frac{(1 + \nu)q}{2E} \left[1 - 2\nu - \frac{2(1 - \nu)z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$
$$\varepsilon_z = \frac{(1 + \nu)q}{E} \left[1 - 2\nu + \frac{2\nu z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} - \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

Donde:

ε_r = Deformación radial (tensión).

ε_z = Deformación vertical para una profundidad z.

q = Presión uniforme de la placa o rueda.

z = Distancia bajo la superficie a la cual se miden los esfuerzos.

a = Radio de contacto del área circular cargada (m).

ν = Relación de poisson del asfalto (a dimensional).

E = Modulo de elasticidad o modulo de resiliencia.

- Método del espesor equivalente (ODEMARK).

ACERO (2014, Pg. 20). Desarrollado en 1949 por ODEMARK, el método de espesor equivalente (MET) es una herramienta práctica cuando se supone un sistema compuesto por capas elásticas. Se obtiene resultados bastante aproximados con los programas que emplean métodos elásticos. Se transforman los espesores reales en espesores equivalentes de un material homogéneo y se calculan los esfuerzos y deformaciones con BOUSSINESQ.

2.1.6. MODELOS DE DAÑO.

- MINAYA & ORDOÑEZ (2002, Pg. 135). En el análisis se considera que las cargas de tráfico genera un daño por fatiga de la carpeta asfáltica que se inicia en la parte inferior de la carpeta asfáltica y que se propaga hacia la superficie (reflejo de fisuras). Esto es, las fisuras se originan en la fibra inferior de la mezcla asfáltica (zona donde se generan esfuerzos de tracción) y luego se propaga a la superficie del pavimento.
- MINAYA & ORDOÑEZ (2002, Pg. 135). Daño por fatiga significa que el estado de esfuerzos, que genera las cargas, se encuentra muy alejada de los esfuerzos límites o de falla, sin embargo; la repetición de las sollicitaciones llega a producir el agotamiento o fatiga del material asfáltico que se traduce en la aparición de fisuras.
- MINAYA & ORDOÑEZ (2002, Pg. 135). Ensayos de laboratorio a escala reducida han permitido proponer ecuaciones o modelos de daño que relacionan el número de pasadas de carga admisible en función de las propiedades del material y el valor de los esfuerzos transmitidos.
- MINAYA & ORDOÑEZ (2002, Pg. 135). El modelo de daño de agrietamiento por fatiga se expresa como:

$$N_f = f_1 * \epsilon_t^{-f_2} * E^{-f_3}$$

Donde: **N_f** , es el número aceptable de repeticiones de carga admisible por agrietamiento por fatiga; **ϵ_t** es la deformación por tracción en la fibra inferior de la capa asfáltica; **E** es el módulo elástico de la carpeta asfáltica; y **f_1 , f_2 y f_3** son constantes determinadas en pruebas experimentales. El INSTITUTO DEL

ASFALTO propone: **0.0796, 3.291, y 0.854** para **f1, f2 y f3**, respectivamente, en su procedimiento de diseño basado analíticamente; los valores correspondientes usados por la SHELL son: **0.0685, 5.671, y 2.363**. Posteriormente se sugirió que **f1** en el criterio del INSTITUTO DE ASFALTO se reduzca a 0.0636 para las capas de HMA menos de 4 pulgadas de espesor.

- MINAYA & ORDOÑEZ (2002, Pg. 135).El modelo de daño de agrietamiento por fatiga se refiere al exceso de deformación elástica atribuido a un comportamiento inestable (muy compresible) de la subrasante:

$$N_d = f_4 * \epsilon_z^{f_5}$$

En la que **Nd** es el número admisible de repeticiones de carga limitado por el valor de la deformación vertical elástica; **εz** es la deformación vertical elástica por compresión de la subrasante, **f4** y **f5** son constantes determinadas de pruebas experimentales.

El valor de **f4** y **f5** se sugiere como **1.365 x 10-9** y **4.477** por el INSTITUTO DEL ASFALTO; **6.15 x 10-7** y **4.0** por la SHELL y **1.13 x 10-6** y **3.571** por la UNIVERSIDAD DE NOTTINGHAM. El número admisible de pasadas resultante de las ecuaciones de daño y el volumen de tránsito esperado del proyecto permiten determinar el período de vida de la estructura del pavimento.

- MODELOS DE FALLA INSTITUTO DEL ASFALTO.
ACERO (2014, Pg. 25).Modelo de falla por agrietamiento para un 20% de área fisurada y el modelo de falla por ahuellamiento no debe tener una profundidad mayor a 0.5 pulgadas.

2.3 HIPÓTESIS

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

- Los parámetros de diseño influyen significativamente para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCVELICA - 2017.

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El índice medio diario influye significativamente para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017.
- La resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR) influye significativamente para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017.
- El la vida útil del pavimento influye significativamente para diseñar el pavimento flexible debido al modelo de falla en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017.

2.4 VARIABLES DE ESTUDIO.

- **Variable Independiente: Parámetros de diseño.**

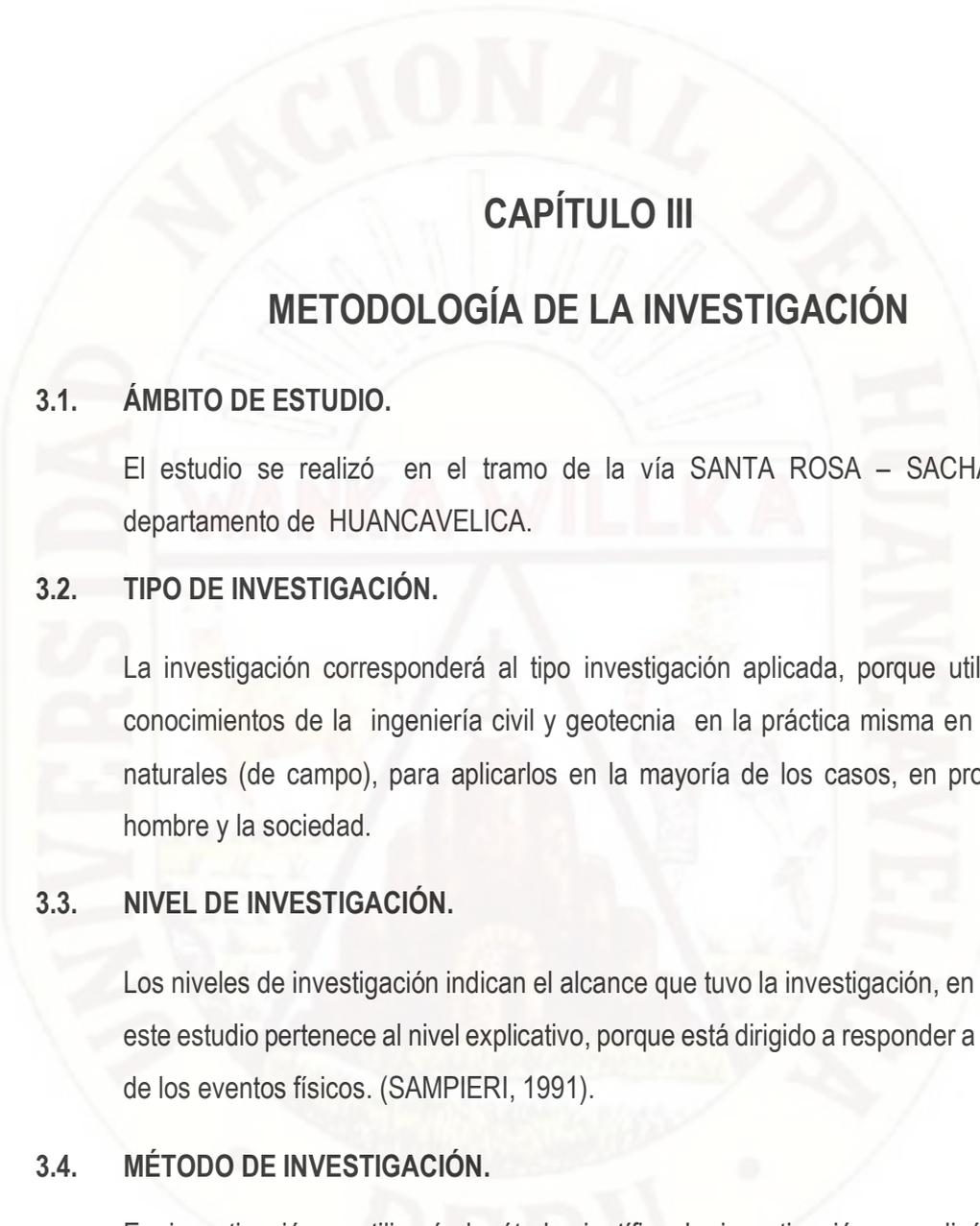
Dimensiones:

- Índice medio diario.
- Resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR).
- Deterioro del pavimento.

- **Variable Dependiente: Diseño de paviménto flexible.**

Dimensiones:

- Estructura del pavimento.
- Tipo de subrasante.
- Modelo de falla.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO.

El estudio se realizó en el tramo de la vía SANTA ROSA – SACHAPITE del departamento de HUANCAVELICA.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación corresponderá al tipo investigación aplicada, porque utiliza de los conocimientos de la ingeniería civil y geotecnia en la práctica misma en ambientes naturales (de campo), para aplicarlos en la mayoría de los casos, en provecho del hombre y la sociedad.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

Los niveles de investigación indican el alcance que tuvo la investigación, en tal sentido este estudio pertenece al nivel explicativo, porque está dirigido a responder a las causas de los eventos físicos. (SAMPIERI, 1991).

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

En investigación se utilizará el método científico. La investigación se realizó siguiendo los siguientes procedimientos: Observación, formulación de hipótesis, demostración y emisión de conclusiones (CEGARRA, 2011).

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

En la presente investigación se utilizará el diseño pre-experimental, como indica SAMPIERI (2010) porque se estudia la variable independiente mas, no se manipula con algún otro agente químico la composición del esfuerzo de corte de la subrasante y/u otra manipulación.

Diseño: Pre-experimental.

GE: O_1 **X** O_2

Dónde: (X) Características de los parámetros.

G.E. Grupo experimental.

O₁: Observación inicial.

O₂: Observación final.

X: Manipulación de la variable independiente.

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.

Son 12 kilómetros de estudio del pavimento flexible en el tramo de la vía SANTA ROSA – SACHAPITE.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas:

- Conteo vehicular, toma muestras de suelo y evaluación de fallas superficiales.

Instrumentos:

- Formatos para caracterizar el tráfico.
- Equipos de laboratorio de suelos para CBR.

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Técnica de procesamiento de datos.

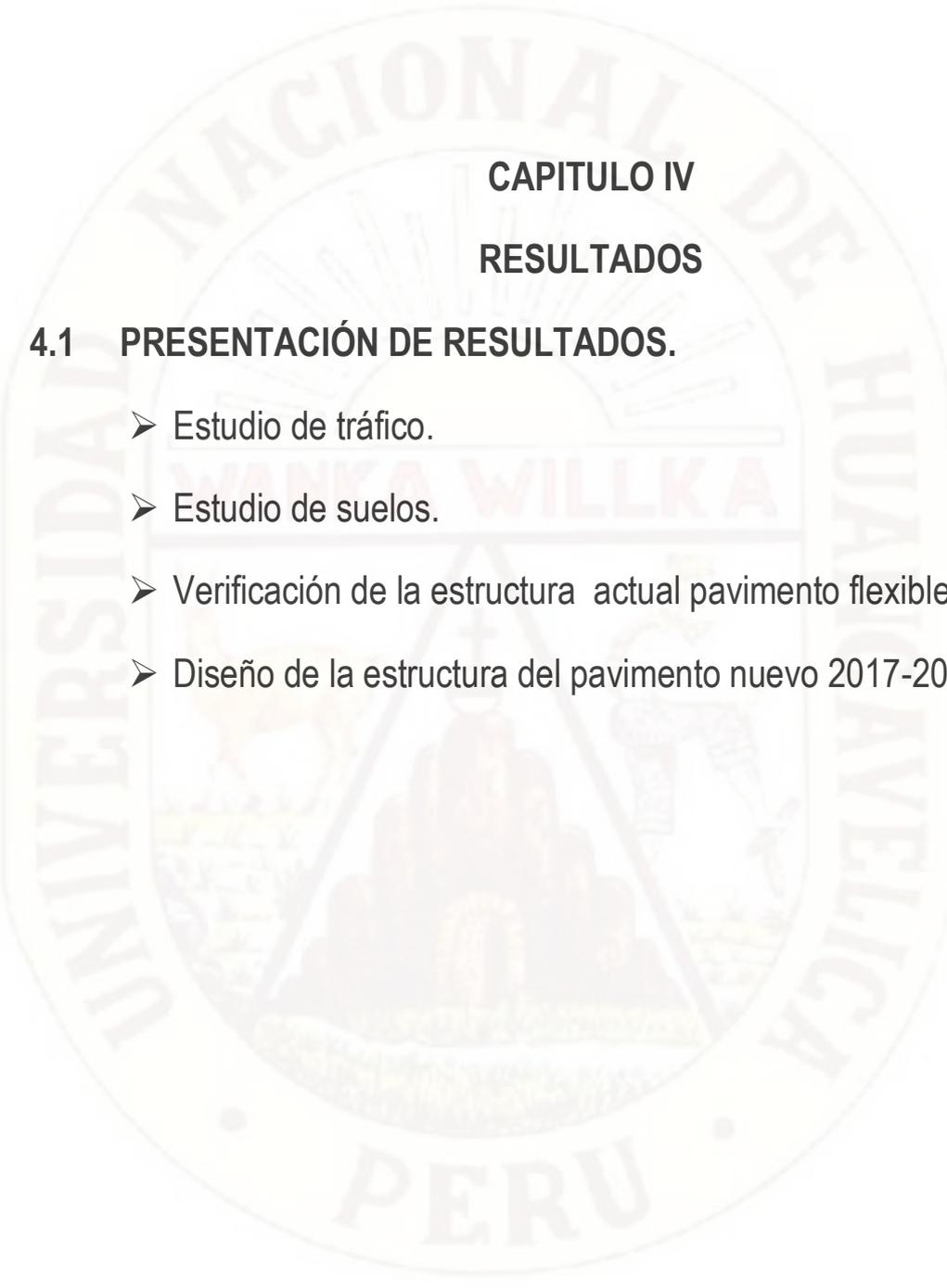
- Se coordinó previamente con el director del ministerio de transporte y comunicaciones del departamento de HUANCVELICA, para los respectivos estudios de suelo, tráfico en la vía SANTA ROSA –SACHAPITE.
- Contar el total de vehículos según tipo, sentido y la hora de control para determinar el índice medio diario (IMD) en software CASTOR.

- Determinación de la capacidad de resistencia de corte del suelo de la subrasante (CBR) en el laboratorio de mecánica de suelos de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA.
- Observación in-situ de las fallas superficiales del pavimento actual de la vía de estudio: vía SANTA ROSA - SACHAPITE.
- Diseño con el software libre en PYTHON 3.4 con la biblioteca gráfica TKINTER de nombre del programa CASTOR para diseñar la estructura del pavimento y con ella predecir los eventos de deterioro en el periodo de diseño planeado.

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

Para la obtención de las respectivas conclusiones del presente trabajo de investigación a partir de los datos obtenidos, se tuvo presente el procesamiento del análisis de la metodología del AASTHO para diseño del pavimento y el INSTITUTO DEL ASFALTO en el modelo de falla en su evaluación de vida útil de la vía de estudio SANTA ROSA - SACHAPITE.

Así, para obtener resultados más fiables, se validó con el MANUAL DE CARRETERAS, SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS con sus diseños recomendados según presente cada peculiaridad de cada vía. Asimismo se usó para optimizar la estructura del pavimento el lenguaje de programación de PYTHON versión 3.4 con TKINTER (biblioteca gráfica) para poder realizar un diseño estructural por el AASTHO a la vez optimiza espesores, calcula el ESAL y la vida útil.

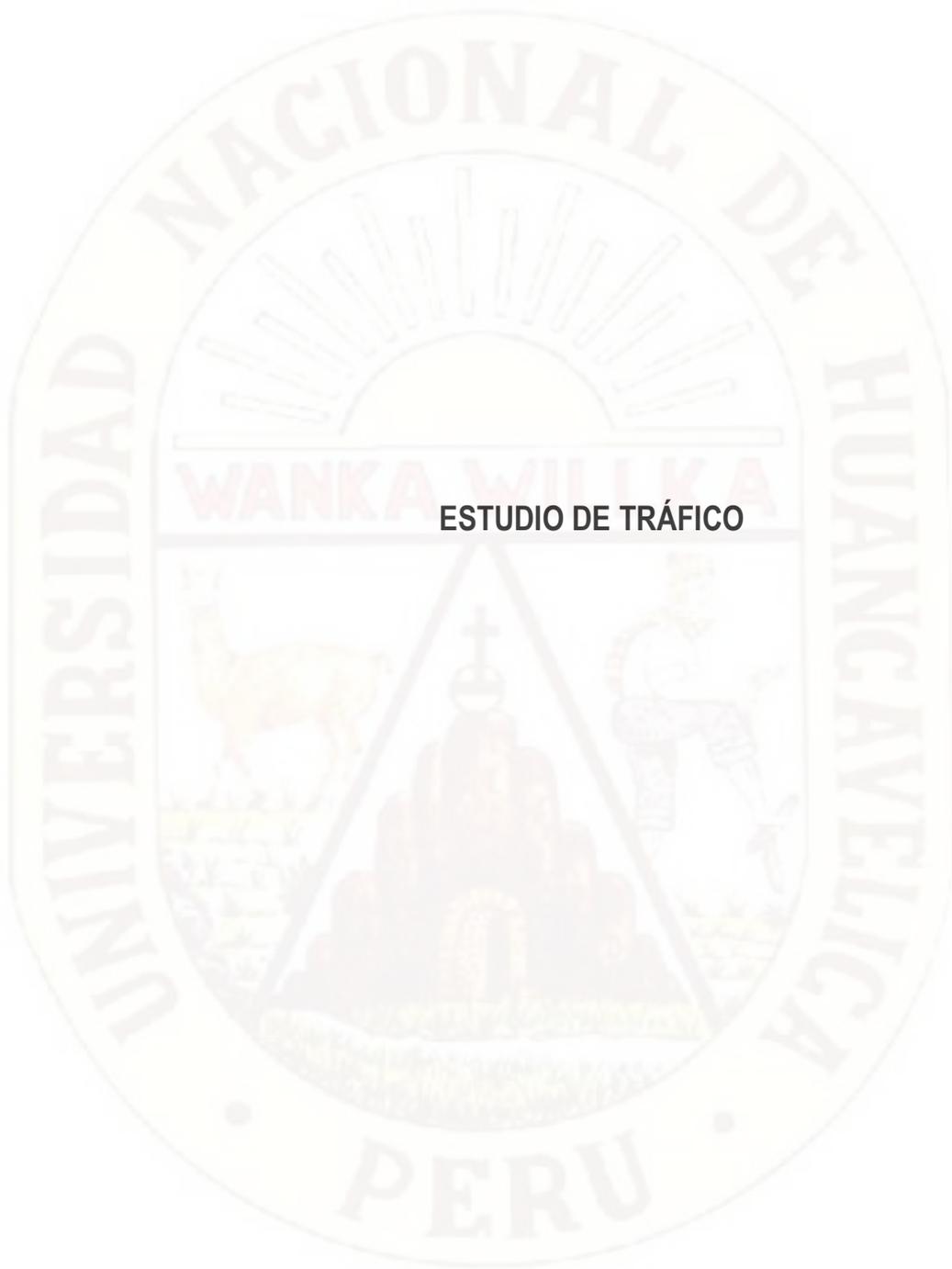


CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

- Estudio de tráfico.
- Estudio de suelos.
- Verificación de la estructura actual pavimento flexible.
- Diseño de la estructura del pavimento nuevo 2017-2037.



ESTUDIO DE TRÁFICO

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."																					
Tramo : SANTA ROSA-ANTACCOCHA					FECHA Y DIA		06/05/2017 SABADO		UBICACIÓN: PUENTE SANTA ROSA					UTM:		0506473.28 E 8586714.11 N		ELEVACION		3.601	
HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers			Traylers			TOTAL	
DIAGRAMA VEHICULAR																					
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
03 - 04'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	5
04 - 05'		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	11
05 - 06'		1	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	14
06 - 07'		2	1	0	0	1	0	2	2	1	1	0	0	0	2	0	6	0	0	0	18
07 - 08'		3	2	0	1	3	0	3	0	3	2	0	0	0	1	0	4	0	0	0	22
08 - 09'		4	0	1	2	5	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	23
09 - 10'		3	2	4	0	6	0	3	0	4	1	0	0	0	1	0	11	0	0	0	35
10 - 11'		2	1	3	1	3	1	5	0	2	0	0	0	0	2	0	9	0	0	0	29
11 - 12'		5	5	2	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	3	0	7	0	0	0	27
12 - 13'		4	6	3	1	7	0	3	0	0	2	0	0	0	2	0	4	0	0	0	32
13 - 14'		3	4	4	0	2	1	3	0	1	4	0	0	0	1	0	10	0	0	0	33
14 - 15'		3	1	0	1	3	0	3	0	1	2	0	0	0	1	0	12	0	0	0	27
15 - 16'		2	2	0	0	4	0	5	0	2	4	0	0	0	1	0	6	0	0	0	26
16 - 17'		3	1	2	0	5	1	3	0	1	2	0	0	0	4	0	5	0	0	0	27
17 - 18'		2	3	1	0	3	0	2	0	0	4	0	0	0	5	0	4	0	0	0	24
18 - 19'		6	8	6	1	3	0	3	1	0	2	0	0	0	6	0	5	0	0	0	41
19 - 20'		1	2	5	0	4	0	2	1	0	3	0	0	0	1	0	6	0	0	0	25
20 - 21'		3	5	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	9	0	0	0	24
21 - 22'		2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	10
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	7
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
TOTAL		49	47	34	7	51	4	43	7	21	29	0	0	48	0	131	0	0	0	471	

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."																					
Tramo : SANTA ROSA-ANTACCOCHA					FECHA Y DIA		07/05/2017 DOMINGO		UBICACIÓN: PUENTE SANTA ROSA					UTM:		0506473.28 E 8586714.11 N		ELEVACION		3.601	
HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers			Traylers			TOTAL	
DIAGRAMA VEHICULAR																					
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
03 - 04'		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	4
04 - 05'		1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	12
05 - 06'		2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	11
06 - 07'		3	1	0	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	19
07 - 08'		4	1	0	0	5	1	1	1	1	3	0	0	0	1	0	4	0	0	0	22
08 - 09'		5	1	0	1	1	1	2	1	1	2	0	0	0	2	0	5	0	0	0	22
09 - 10'		3	4	3	0	8	0	3	1	0	2	0	0	0	3	0	11	0	0	0	38
10 - 11'		4	2	3	0	6	0	1	0	1	1	0	0	0	5	0	9	0	0	0	32
11 - 12'		2	4	5	0	7	1	2	0	1	2	0	0	0	1	0	7	0	0	0	32
12 - 13'		3	8	3	1	5	0	3	0	0	1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	28
13 - 14'		0	5	1	0	5	0	1	0	2	2	0	0	0	5	0	9	0	0	0	30
14 - 15'		6	6	6	0	4	1	3	1	1	3	0	0	0	2	0	13	0	0	0	46
15 - 16'		3	1	1	0	3	0	2	1	3	3	0	0	0	2	0	7	0	0	0	26
16 - 17'		1	5	4	1	3	0	4	2	1	1	0	0	0	1	0	6	0	0	0	29
17 - 18'		1	8	2	0	5	1	4	2	6	5	0	0	0	2	0	5	0	0	0	41
18 - 19'		5	3	3	0	3	0	3	0	2	5	0	0	0	4	0	6	0	0	0	34
19 - 20'		4	4	5	0	1	1	1	0	3	3	0	0	0	3	0	7	0	0	0	32
20 - 21'		4	5	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	11	0	0	0	26
21 - 22'		5	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	14
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	7
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
TOTAL		57	61	38	3	59	8	39	11	22	33	0	0	46	0	136	0	0	0	513	



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."

Tramo : SANTA ROSA-ANTACCOCHA

FECHA Y DIA 08/05/2017 LUNES

UBICACION: PUENTE SANTA ROSA

UTM: 0506473.28 E 8586714.11 N

ELEVACION 3.601



HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers			TOTAL	
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2
DIAGRAMA																				
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
03 - 04'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	7
04 - 05'		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	10	
05 - 06'		1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	8	0	0	0	14	
06 - 07'		3	0	0	0	3	1	3	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	22	
07 - 08'		3	2	0	1	3	0	2	1	0	2	0	1	0	8	0	0	0	23	
08 - 09'		5	1	0	0	2	1	3	0	1	3	0	2	0	9	0	0	0	27	
09 - 10'		1	3	1	0	8	0	3	1	1	1	0	1	0	8	0	0	0	28	
10 - 11'		5	1	2	0	6	0	1	0	3	4	0	3	0	9	0	0	0	34	
11 - 12'		2	2	3	1	4	1	2	0	2	2	0	0	0	5	0	0	0	24	
12 - 13'		3	4	1	0	5	0	3	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	21	
13 - 14'		1	5	0	1	2	0	2	0	2	2	0	0	2	0	8	0	0	25	
14 - 15'		4	2	3	1	1	0	2	0	2	3	0	0	1	0	11	0	0	30	
15 - 16'		2	3	1	0	3	0	2	0	3	3	0	0	1	0	14	0	0	32	
16 - 17'		1	3	5	0	4	0	4	3	1	1	0	0	1	0	8	0	0	31	
17 - 18'		1	5	2		3	0	2	2	2	2	0	0	1	0	3	0	0	23	
18 - 19'		4	2	4	0	2	0	3	0	0	1	0	0	2	0	6	0	0	24	
19 - 20'		1	4	1	0	1	0	2	0	2	2	0	0	2	0	8	0	0	23	
20 - 21'		2	5	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	18	
21 - 22'		3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	11	
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
TOTAL		42	45	26	4	47	3	41	8	20	27	0	0	26	0	146	0	0	435	



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."

Tramo : SANTA ROSA-ANTACCOCHA

FECHA Y DIA 09/05/2017 MARTES

UBICACION: PUENTE SANTA ROSA

UTM: 0506473.28 E 8586714.11 N

ELEVACION 3.601



HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers			TOTAL	
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2
DIAGRAMA																				
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	4
03 - 04'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	5
04 - 05'		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	8
05 - 06'		1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3	0	8	0	0	0	15
06 - 07'		3	1	0	0	2	3	3	1	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	20
07 - 08'		2	2	2	0	3	1	4	0	0	1	0	0	2	0	9	0	0	0	26
08 - 09'		2	1	1	0	3	1	2	1	1	2	0	0	5	0	6	0	0	0	25
09 - 10'		3	2	0	0	5	0	4	1	1	3	0	0	3	0	7	0	0	0	29
10 - 11'		2	1	2	0	7	0	5	0	1	3	0	0	3	0	6	0	0	0	30
11 - 12'		4	1	1	0	4	1	2	0	2	2	0	0	1	0	8	0	0	0	26
12 - 13'		5	3	0	0	3	0	4	0	1	4	0	0	2	0	9	0	0	0	31
13 - 14'		2	4	2	0	4	0	2	0	1	2	0	0	2	0	8	0	0	0	27
14 - 15'		3	2	1	2	2	0	3	1	2	3	0	0	2	0	7	0	0	0	28
15 - 16'		4	3	3	1	4	0	0	2	2	2	0	0	1	0	6	0	0	0	28
16 - 17'		4	5	4	0	2	0	3	1	1	3	0	0	1	0	8	0	0	0	32
17 - 18'		1	5	2	1	2	0	2	1	2	2	0	0	4	0	7	0	0	0	29
18 - 19'		3	3	3	0	2	0	3	0	0	2	0	0	2	0	8	0	0	0	26
19 - 20'		2	4	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	3	0	8	0	0	0	22
20 - 21'		2	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	15
21 - 22'		2	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	13
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		45	43	24	4	44	6	45	8	15	31	0	0	44	0	133	0	0	0	442



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."

Tramo : SANTA ROSA-ANTACCOCHA

FECHA Y DIA 10/05/2017 MIERCOLES

UBICACIÓN: PUENTE SANTA ROSA

UTM: 0506473.28 E 8586714.11 N

ELEVACION 3.601



HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers		Traylers			TOTAL	
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	4
03 - 04'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	5
04 - 05'		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	0	0	0	11
05 - 06'		0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	12
06 - 07'		1	0	1	0	3	0	3	1	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	16
07 - 08'		2	3	1	0	2	1	5	1	1	0	0	0	2	0	10	0	0	0	28
08 - 09'		2	2	1	1	2	0	3	1	1	1	0	0	4	0	8	0	0	0	26
09 - 10'		2	0	1	1	3	0	4	0	2	2	0	0	3	0	12	0	0	0	30
10 - 11'		2	2	1	1	4	0	3	0	3	1	0	0	3	0	8	0	0	0	28
11 - 12'		1	2	2	0	5	0	2	0	3	2	0	0	1	0	9	0	0	0	27
12 - 13'		3	1	1	0	3	0	2	0	2	3	0	0	3	0	11	0	0	0	29
13 - 14'		5	2	1	0	5	0	4	0	3	1	0	0	2	0	7	0	0	0	30
14 - 15'		4	2	2	1	3	0	3	1	1	2	0	0	1	0	8	0	0	0	28
15 - 16'		2	3	2	1	4	0	1	1	3	1	0	0	1	0	6	0	0	0	25
16 - 17'		3	3	4	1	5	0	3	1	2	1	0	0	1	0	9	0	0	0	33
17 - 18'		2	5	2	0	3	0	2	1	4	1	0	0	3	0	7	0	0	0	30
18 - 19'		3	3	1	0	3	0	2	0	0	1	0	0	2	0	8	0	0	0	23
19 - 20'		4	6	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	2	0	9	0	0	0	25
20 - 21'		3	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	16
21 - 22'		1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	11
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		40	40	22	6	46	1	44	7	26	17	0	0	41	0	150	0	0	0	440



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."

Tramo : SANTA ROSA-ANTACCOCHA

FECHA Y DIA 11/05/2017 JUEVES

UBICACIÓN: PUENTE SANTA ROSA

UTM: 0506473.28 E 8586714.11 N

ELEVACION 3.601



HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion				Semitraylers		Traylers			TOTAL	
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
03 - 04'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
04 - 05'		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	6
05 - 06'		0	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	13
06 - 07'		1	3	1	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	14
07 - 08'		3	4	2	0	3	0	3	1	1	0	0	0	2	0	9	0	0	0	28
08 - 09'		4	2	1	1	4	0	4	1	0	1	0	0	3	0	7	0	0	0	28
09 - 10'		3	4	2	0	3	0	2	0	1	3	0	0	4	0	8	0	0	0	30
10 - 11'		4	5	1	0	5	0	3	0	1	2	0	0	4	0	7	0	0	0	32
11 - 12'		4	1	2	0	4	0	3	0	1	2	0	0	4	0	5	0	0	0	26
12 - 13'		5	1	1	0	3	0	2	0	1	4	0	0	4	0	7	0	0	0	28
13 - 14'		6	2	1	0	4	0	2	0	2	3	0	0	3	0	9	0	0	0	32
14 - 15'		4	3	1	1	5	0	3	1	1	2	0	0	2	0	11	0	0	0	34
15 - 16'		2	2	1	0	3	0	1	1	2	1	0	0	1	0	9	0	0	0	23
16 - 17'		1	3	2	0	3	0	4	1	3	3	0	0	3	0	15	0	0	0	38
17 - 18'		2	3	3	0	4	0	5	1	1	2	0	0	2	0	9	0	0	0	32
18 - 19'		1	4	2	0	3	0	3	0	2	1	0	0	1	0	8	0	0	0	25
19 - 20'		2	4	3	0	1	0	2	0	1	1	0	0	1	0	9	0	0	0	24
20 - 21'		2	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	0	17
21 - 22'		1	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	12
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
TOTAL		45	48	28	2	48	0	44	7	17	25	0	0	40	0	150	0	0	0	454



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."
 Tramo : SANTA ROSA-ANTACCOCHA FECHA Y DIA 12/05/2017 VIERNES UBICACIÓN: PUENTE SANTA ROSA UTM: 0506473.28 E 8586714.11 N ELEVACION 3.601



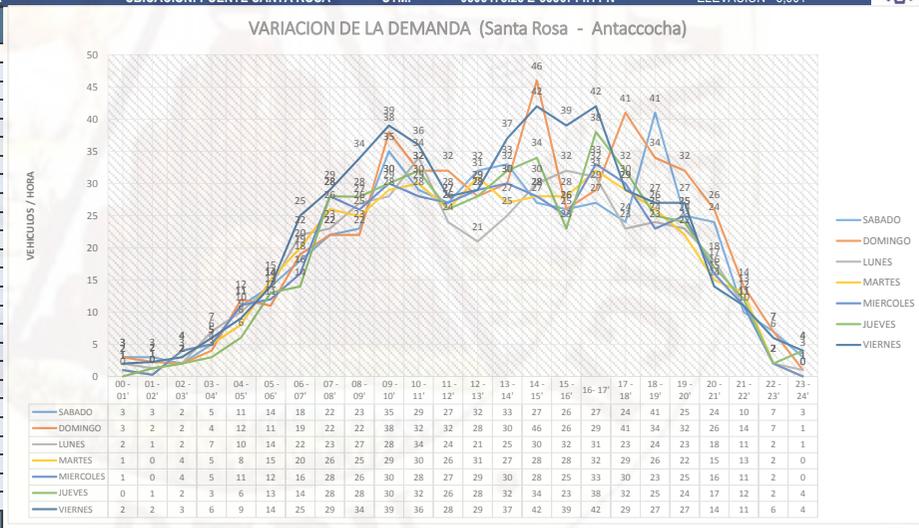
HORA	SENTIDO	Omnibus										Camion			Semitrailers			Traylers			TOTAL
		Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
00 - 01'		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
02 - 03'		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
03 - 04'		2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
04 - 05'		1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
05 - 06'		2	3	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
06 - 07'		3	2	2	0	3	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
07 - 08'		4	5	3	0	4	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
08 - 09'		5	3	3	1	3	0	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
09 - 10'		3	5	4	1	5	0	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
10 - 11'		2	6	1	1	6	0	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
11 - 12'		5	2	1	0	3	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
12 - 13'		3	2	2	0	5	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
13 - 14'		7	4	1	0	6	1	2	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
14 - 15'		8	5	2	1	5	1	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
15 - 16'		5	10	1	1	3	0	2	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
16 - 17'		1	9	3	0	3	0	4	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
17 - 18'		2	5	2	1	2	0	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
18 - 19'		1	5	1	1	1	2	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
19 - 20'		2	4	4	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
20 - 21'		2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
21 - 22'		1	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
22 - 23'		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
23 - 24'		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
TOTAL		62	81	39	7	53	8	40	8	24	30	0	0	61	0	121	0	0	0	534	



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."
 Tramo : SANTA ROSA-ANTACCOCHA RESUMEN DE LA SEMANA UBICACIÓN: PUENTE SANTA ROSA UTM: 0506473.28 E 8586714.11 N ELEVACION 3.601



HORA	SENTIDO	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTE	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
00 - 01'		3	3	2	1	1	0	2
01 - 02'		3	2	1	0	0	1	2
02 - 03'		2	2	2	4	4	2	3
03 - 04'		5	4	7	5	5	3	6
04 - 05'		11	12	10	8	11	6	9
05 - 06'		14	11	14	15	12	13	14
06 - 07'		18	19	22	20	16	14	25
07 - 08'		22	22	23	26	28	28	29
08 - 09'		23	22	27	25	26	28	34
09 - 10'		35	38	28	29	30	30	39
10 - 11'		29	32	34	30	28	32	36
11 - 12'		27	32	24	26	27	26	28
12 - 13'		32	28	21	31	29	28	29
13 - 14'		33	30	25	27	30	32	37
14 - 15'		27	46	30	28	28	34	42
15 - 16'		26	26	32	28	25	23	39
16 - 17'		27	29	31	32	33	38	42
17 - 18'		24	41	23	29	30	32	29
18 - 19'		41	34	24	26	23	25	27
19 - 20'		25	32	23	22	25	24	27
20 - 21'		24	26	18	15	16	17	14
21 - 22'		10	14	11	13	11	12	11
22 - 23'		7	7	2	2	2	2	6
23 - 24'		3	1	1	0	0	4	4
TOTAL		471	513	435	442	440	454	534





FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE, HUANCVELICA - 2017."

Tramo : ANTACCOCHA - SACHAPIPE

FECHA Y DIA 08/05/2017 LUNES

UBICACIÓN: SACHAPITE

UTM: 0510116.98 E 8591571.29 N

ELEVACION 4.104



HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers			TOTAL	
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	5
03 - 04'		1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	7
04 - 05'		1	1	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	12
05 - 06'		2	2	0	0	2	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	12
06 - 07'		3	1	2	1	2	0	1	0	1	1	0	0	1	0	6	0	0	0	19
07 - 08'		4	3	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	8	0	0	0	20
08 - 09'		1	4	1	1	2	0	3	2	0	1	0	0	2	0	9	0	0	0	26
09 - 10'		3	4	1	0	1	0	2	3	2	1	0	0	3	0	5	0	0	0	25
10 - 11'		4	2	3	1	6	0	1	0	1	3	0	0	1	0	9	0	0	0	31
11 - 12'		2	4	1	0	4	0	3	0	1	1	0	0	0	0	7	0	0	0	23
12 - 13'		3	3	3	1	5	0	2	0	0	3	0	0	1	0	6	0	0	0	27
13 - 14'		1	5	1	0	4	0	3	0	1	2	0	0	2	0	9	0	0	0	28
14 - 15'		1	3	2	0	3	1	2	0	3	2	0	0	1	0	6	0	0	0	24
15 - 16'		3	1	1	0	1	0	2	0	1	3	0	0	3	0	9	0	0	0	24
16 - 17'		1	3	1	1	1	0	3	0	1	3	0	0	1	0	8	0	0	0	23
17 - 18'		2	2	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	2	0	9	0	0	0	23
18 - 19'		1	1	2	0	3	0	0	0	1	2	0	0	1	0	8	0	0	0	19
19 - 20'		1	2	3	0	2	0	2	0	2	3	0	0	1	0	7	0	0	0	23
20 - 21'		0	1	1	0	1	1	3	1	0	1	0	0	1	0	6	0	0	0	16
21 - 22'		1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	10
22 - 23'		0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
TOTAL		35	43	25	5	45	2	40	9	16	30	0	0	25	0	132	0	0	0	407



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE, HUANCVELICA - 2017."

Tramo : ANTACCOCHA - SACHAPIPE

FECHA Y DIA 09/05/2017 MARTES

UBICACIÓN: SACHAPITE

UTM: 0510116.98 E 8591571.29 N

ELEVACION 4.104



HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers			TOTAL	
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	11
01 - 02'		0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
02 - 03'		1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	11
03 - 04'		1	1	1	0	1	0	1	0	1	3	0	0	1	0	6	0	0	0	16
04 - 05'		2	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	2	0	6	0	0	0	18
05 - 06'		3	2	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	2	0	5	0	0	0	19
06 - 07'		5	3	2	0	4	0	3	0	1	1	0	0	3	0	2	0	0	0	23
07 - 08'		2	2	1	0	1	0	2	2	1	2	0	0	2	0	5	0	0	0	20
08 - 09'		4	3	2	1	2	1	3	0	0	1	0	0	3	0	8	0	0	0	28
09 - 10'		5	3	1	0	3	0	3	0	1	0	0	0	9	0	4	0	0	0	29
10 - 11'		4	2	1	0	3	0	2	0	1	1	0	0	2	0	7	0	0	0	23
11 - 12'		2	2	2	1	2	1	2	0	1	2	0	0	2	0	9	0	0	0	26
12 - 13'		3	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	14
13 - 14'		2	3	2	0	2	1	3	0	0	2	0	0	9	0	9	0	0	0	33
14 - 15'		3	3	1	0	3	1	3	0	1	3	0	0	3	0	3	0	0	0	24
15 - 16'		4	2	2	0	2	0	2	0	2	1	0	0	2	0	8	0	0	0	25
16 - 17'		2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	0	0	2	0	5	0	0	0	23
17 - 18'		1	1	1	0	3	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	11
18 - 19'		1	1	2	0	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	4	0	0	0	13
19 - 20'		2	2	1	0	3	0	2	0	1	2	0	0	2	0	2	0	0	0	17
20 - 21'		2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	11
21 - 22'		1	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	2	0	0	0	10
22 - 23'		1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	4	0	0	0	9
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
TOTAL		51	42	23	3	41	5	45	5	14	27	0	0	58	0	106	0	0	0	421



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE, HUANCVELICA - 2017."

Tramo : ANTACCOCHA - SACHAPITE

FECHA Y DIA 10/05/2017 MIERCOLES

UBICACIÓN: SACHAPITE

UTM: 0510116.98 E 8591571.29 N

ELEVACION 4.104



HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers			TOTAL		
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2	
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
02 - 03'		1	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	11
03 - 04'		2	1	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0	2	0	7	0	0	0	0	17
04 - 05'		2	2	1	0	2	0	2	0	1	2	0	0	2	0	9	0	0	0	0	23
05 - 06'		3	2	2	1	2	0	2	0	2	1	0	0	1	0	4	0	0	0	0	20
06 - 07'		2	4	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	2	0	6	0	0	0	0	19
07 - 08'		3	1	1	0	5	0	2	2	1	2	0	0	3	0	7	0	0	0	0	27
08 - 09'		9	2	2	1	4	1	3	0	3	2	0	0	4	0	8	0	0	0	0	39
09 - 10'		2	3	1	0	2	0	3	0	1	1	0	0	4	0	5	0	0	0	0	22
10 - 11'		2	1	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0	2	0	8	0	0	0	0	19
11 - 12'		2	5	2	1	1	0	2	0	3	2	0	0	3	0	5	0	0	0	0	26
12 - 13'		1	3	1	0	6	0	1	0	3	1	0	0	2	0	7	0	0	0	0	25
13 - 14'		4	2	2	1	1	0	4	0	0	2	0	0	2	0	6	0	0	0	0	24
14 - 15'		1	2	1	0	5	1	3	0	1	2	0	0	3	0	9	0	0	0	0	28
15 - 16'		2	3	2	0	3	0	2	0	2	1	0	0	2	0	7	0	0	0	0	24
16 - 17'		1	1	2	1	4	0	2	1	1	2	0	0	3	0	8	0	0	0	0	26
17 - 18'		1	2	1	0	3	0	1	0	1	1	0	0	1	0	5	0	0	0	0	16
18 - 19'		1	4	0	1	2	0	1	0	2	1	0	0	1	0	7	0	0	0	0	20
19 - 20'		1	2	1	0	3	0	2	0	1	2	0	0	2	0	8	0	0	0	0	22
20 - 21'		1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	0	9	0	0	0	0	17
21 - 22'		0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	6	0	0	0	0	11
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	8
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
TOTAL		41	41	22	6	45	2	46	5	28	28	0	0	44	0	150	0	0	0	0	458



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE, HUANCVELICA - 2017."

Tramo : ANTACCOCHA - SACHAPITE

FECHA Y DIA 11/05/2017 JUEVES

UBICACIÓN: SACHAPITE

UTM: 0510116.98 E 8591571.29 N

ELEVACION 4.104



HORA	SENTIDO	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers			TOTAL		
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2	
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3
03 - 04'		1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	8
04 - 05'		1	2	0	0	0	0	2	2	1	3	0	0	4	0	7	0	0	0	0	22
05 - 06'		4	3	3	0	1	0	2	0	2	1	0	0	3	0	7	0	0	0	0	26
06 - 07'		3	1	2	0	3	0	2	0	1	2	0	0	1	0	8	0	0	0	0	23
07 - 08'		6	1	1	0	4	1	3	1	1	3	0	0	1	0	9	0	0	0	0	31
08 - 09'		5	3	2	1	2	0	4	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	0	26
09 - 10'		6	4	1	0	7	0	2	1	2	2	0	0	3	0	9	0	0	0	0	37
10 - 11'		4	2	2	0	3	0	2	0	1	3	0	0	5	0	8	0	0	0	0	30
11 - 12'		2	4	3	0	4	0	3	0	0	1	0	0	1	0	6	0	0	0	0	24
12 - 13'		3	3	3	1	6	0	5	0	2	0	0	0	4	0	8	0	0	0	0	35
13 - 14'		3	5	0	0	4	0	3	0	1	2	0	0	2	0	6	0	0	0	0	26
14 - 15'		4	3	0	0	2	0	4	0	1	1	0	0	2	0	8	0	0	0	0	25
15 - 16'		3	1	4	0	1	0	3	0	1	2	0	0	4	0	8	0	0	0	0	27
16 - 17'		4	2	0	1	1	0	2	0	0	1	0	0	2	0	6	0	0	0	0	19
17 - 18'		3	2	0	0	1	0	4	1	1	1	0	0	3	0	9	0	0	0	0	25
18 - 19'		5	3	0	0	3	0	2	0	2	2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	25
19 - 20'		4	3	5	0	1	0	2	0	1	1	0	0	1	0	7	0	0	0	0	25
20 - 21'		4	2	2	0	2	0	2	1	2	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	22
21 - 22'		3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	0	14
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	8
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
TOTAL		68	45	28	3	46	1	48	8	19	27	0	0	42	0	149	0	0	0	0	484



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."

Tramo :ANTACCOCHA -SACHAPIPE

FECHA Y DIA 12/05/2017 VIERNES

UBICACIÓN: SACHAPITE

UTM: 0510116.98 E 8591571.29 N

ELEVACION 4.104



HORA	SENTIDO	PARAMETROS DE DISEÑO						Omnibus		Camion				Semitrailers			Traylers			TOTAL	
		Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2		
00 - 01'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 - 02'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02 - 03'		0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
03 - 04'		0	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0
04 - 05'		1	2	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0
05 - 06'		0	3	2	0	3	1	2	0	2	0	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0
06 - 07'		1	7	2	1	2	0	2	0	1	2	0	0	2	0	7	0	0	0	0	0
07 - 08'		2	5	3	0	6	0	4	0	2	1	0	0	3	0	8	0	0	0	0	0
08 - 09'		1	4	2	1	2	1	3	0	2	1	0	0	2	0	9	0	0	0	0	0
09 - 10'		1	4	2	0	6	0	2	0	3	1	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0
10 - 11'		2	5	3	0	5	0	2	0	1	1	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0
11 - 12'		0	6	1	0	6	0	1	0	2	1	0	0	4	0	8	0	0	0	0	0
12 - 13'		1	3	3	1	5	1	3	0	1	2	0	0	3	0	9	0	0	0	0	0
13 - 14'		1	5	2	0	4	0	5	1	1	2	0	0	2	0	9	0	0	0	0	0
14 - 15'		1	3	2	0	3	1	7	0	2	1	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0
15 - 16'		2	6	3	0	4	0	2	0	1	2	0	0	1	0	9	0	0	0	0	0
16 - 17'		1	4	2	1	1	0	2	0	0	1	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0
17 - 18'		1	7	2	0	2	1	2	0	1	2	0	0	5	0	9	0	0	0	0	0
18 - 19'		1	3	3	2	3	0	1	0	2	2	0	0	4	0	8	0	0	0	0	0
19 - 20'		2	4	2	0	1	0	2	2	0	3	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0
20 - 21'		0	5	0	1	0	0	0	2	2	0	0	0	4	0	6	0	0	0	0	0
21 - 22'		0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	0	0
22 - 23'		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0
23 - 24'		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		18	80	35	7	54	5	45	10	23	23	0	0	61	0	132	0	0	0	0	493



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE , HUANCVELICA - 2017."

Tramo :ANTACCOCHA -SACHAPIPE

RESUMEN DE LA SEMANA

UBICACIÓN: SACHAPITE

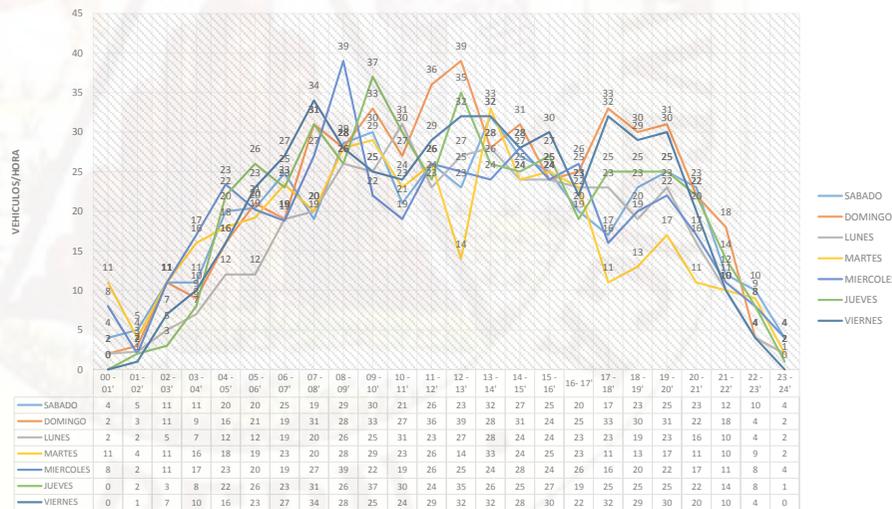
UTM: 0510116.98 E 8591571.29 N

ELEVACION 4.104



HORA	SENTIDO	RESUMEN DE LA SEMANA						
		SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTE	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
00 - 01'		4	2	2	11	8	0	0
01 - 02'		5	3	2	4	2	2	1
02 - 03'		11	11	5	11	11	3	7
03 - 04'		11	9	7	16	17	8	10
04 - 05'		20	16	12	18	23	22	16
05 - 06'		20	21	12	19	20	26	23
06 - 07'		25	19	19	23	19	23	27
07 - 08'		19	31	20	20	27	31	34
08 - 09'		29	28	26	28	39	26	28
09 - 10'		30	33	25	29	22	37	25
10 - 11'		21	27	31	23	19	30	24
11 - 12'		26	36	23	26	26	24	29
12 - 13'		23	39	27	14	25	35	32
13 - 14'		32	28	28	33	24	26	32
14 - 15'		27	31	24	24	28	25	28
15 - 16'		25	24	24	25	24	27	30
16 - 17'		20	25	23	23	26	19	22
17 - 18'		17	33	23	11	16	25	32
18 - 19'		23	30	19	13	20	25	29
19 - 20'		25	31	23	17	22	25	30
20 - 21'		23	22	16	11	17	22	20
21 - 22'		12	18	10	10	11	14	10
22 - 23'		10	4	4	9	8	8	4
23 - 24'		4	2	2	2	4	1	0
TOTAL								

VARIACION DE LA DEMANDA (Antacocha - Sachapite)





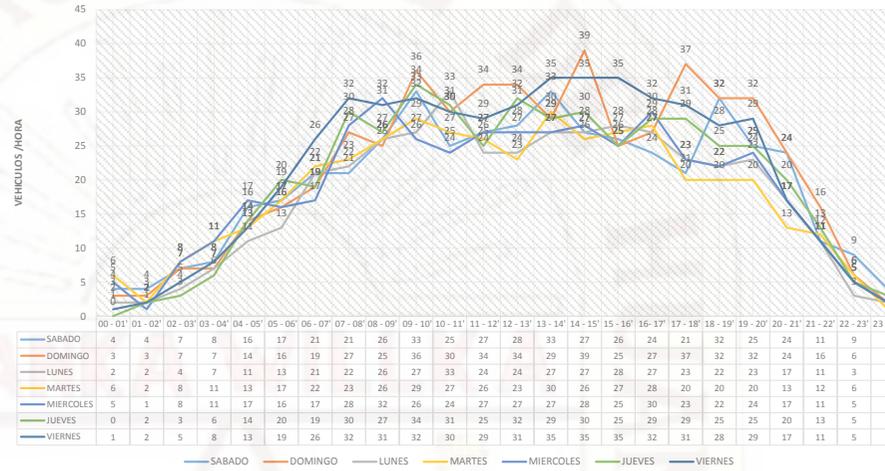
FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE , HUANCAVELICA - 2017."
 Tramo :Santa Rosa-ANTACCOCHA -SACHAPIPE RESUMEN DE LA SEMANA
 UBICACION: SACHAPITE UTM: ELEVACION



HORA	SENTIDO	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
DIAGRAMA								
00 - 01'		4	3	2	6	5	0	1
01 - 02'		4	3	2	2	1	2	2
02 - 03'		7	7	4	8	8	3	5
03 - 04'		8	7	7	11	11	6	8
04 - 05'		16	14	11	13	17	14	13
05 - 06'		17	16	13	17	16	20	19
06 - 07'		21	19	21	22	17	19	26
07 - 08'		21	27	22	23	28	30	32
08 - 09'		26	25	26	26	32	27	31
09 - 10'		33	36	27	29	26	34	32
10 - 11'		25	30	33	27	24	31	30
11 - 12'		27	34	24	26	27	25	29
12 - 13'		28	34	24	23	27	32	31
13 - 14'		33	29	27	30	27	29	35
14 - 15'		27	39	27	26	28	30	35
15 - 16'		26	25	28	27	25	25	35
16 - 17'		24	27	27	28	30	29	32
17 - 18'		21	37	23	20	23	29	31
18 - 19'		32	32	22	20	22	25	28
19 - 20'		25	32	23	20	24	25	29
20 - 21'		24	24	17	13	17	20	17
21 - 22'		11	16	11	12	11	13	11
22 - 23'		9	6	3	6	5	5	5
23 - 24'		4	2	2	1	2	3	2
TOTAL								

VARIACION DE LA DEMANDA





VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO



Tramo: PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE , HUANCAVELICA - 2017."

FECHA	DIA	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers			TOTAL	%		
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3			3T2	
sentido:		2 sentidos																				
06-may-17	Sabado	49	47	34	7	51	4	43	7	21	29	0	0	48	0	131	0	0	0	471	14	
07-may-17	Domingo	57	61	38	3	59	8	39	11	22	33	0	0	46	0	136	0	0	0	513	16	
08-may-17	Lunes	42	45	26	4	47	3	41	8	20	27	0	0	26	0	146	0	0	0	435	13	
09-may-17	Martes	45	43	24	4	44	6	45	8	15	31	0	0	44	0	133	0	0	0	442	13	
10-may-17	Miercoles	40	40	22	6	46	1	44	7	26	17	0	0	41	0	150	0	0	0	440	13	
11-may-17	Jueves	45	48	28	2	48	0	44	7	17	25	0	0	40	0	150	0	0	0	454	14	
12-may-17	Viernes	62	81	39	7	53	8	40	8	24	30	0	0	61	0	121	0	0	0	534	16	
TOTAL		340	365	211	33	348	30	296	56	145	192	2	0	306	0	967	0	0	0	3291	100	
IMD (Indice Medio Diario)		49	52	30	5	50	4	42	8	21	27	0	0	44	0	138	0	0	0	470		
%		10	11	6	1	11	1	9	2	4	6	0	0	9	0	29	0	0	0	100		



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO



Tramo: PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARAMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA – SACHAPITE , HUANCAVELICA - 2017."

FECHA	DIA	Automovil	Station Wagon	Camionet	PANEL	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers			TOTAL	%		
								2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3			3T2	
sentido:		2 sentidos																				
06-may-17	Sabado	40	46	34	6	50	3	44	5	25	35	0	0	51	0	123	0	0	0	462	14.0339148	
07-may-17	Domingo	68	60	38	4	57	6	36	11	23	34	0	0	48	0	138	0	0	0	523	15.893758	
08-may-17	Lunes	35	43	25	5	45	2	40	9	16	30	0	0	25	0	132	0	0	0	407	12.3766689	
09-may-17	Martes	51	42	23	3	41	5	45	5	14	27	0	0	58	0	106	0	0	0	421	12.7818635	
10-may-17	Miercoles	41	41	22	6	45	2	46	5	28	28	0	0	44	0	150	0	0	0	458	13.9305902	
11-may-17	Jueves	68	45	28	3	46	1	48	8	19	27	0	0	42	0	149	0	0	0	484	14.7085638	
12-may-17	Viernes	18	80	35	7	54	5	45	10	23	23	0	0	61	0	132	0	0	0	493	14.9820701	
TOTAL		321	357	205	34	338	24	304	53	148	204	0	0	329	0	930	0	0	0	3248	98.7074292	
IMD (Indice Medio Diario)		46	51	29	5	48	3	43	8	21	29	0	0	47	0	133	0	0	0	464		
%		9.7611378	10.84909	6.22987	1.033	10.27168	0.72935027	9.2505926	1.6106485	4.4977	6.1994773	0.0081	0	10.0042545	0	28.262323	0	0	0	98.7074292		



INDICE MEDIO DIARIO, POR SENTIDO Y TIPO DE VEHICULO, SEGUN TRAMOS



TRAMO	IMD	resumen																		
		Automovil	Station Wagon	PANEL	Camioneta	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers			Traylers				
		2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2							
santa rosa - antacocha	470	49	52	5	30	50	4	42	8	21	27	0	0	44	0	138	0	0	0	
Porcentaje	100	10.33	11.09	1	6.41	10.58	0.91	9.00	1.70	4.41	5.83	0.05	0.00	9.30	0.00	29.39	0.00	0.00	0.00	
antacocha - sachapite	464	46	51	5	29	48	3	43	8	21	29	0	0	47	0	133	0	0	0	
Porcentaje	98.7	9.76	10.85	1	6.23	10.27	0.73	9.25	1.61	4.50	6.20	0.01	0.00	10.00	0.00	28.26	0.00	0.00	0.00	



INDICE MEDIO DIARIO, POR SENTIDO Y TIPO DE VEHICULO, SEGÚN TRAMOS



resumen

VEHICULOS	Auto	Station Wagon	PANEL	Camioneta	Camioneta rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers			
							omnibus (E2)	omnibus (E3)	Camion (E2)	Camion (E3)	Camion (E4)	Semitraylers (2S2)	Semitraylers (2S3)	Semitraylers (3S2)	Semitraylers (>=3S3)	traylers (2T2)	traylers (2T3)	traylers (3T2)	
IMD	467	47	52	5	30	49	4	43	8	21	28	0	0	45	0	136	0	0	0
PORCENTAJE	99	10	11	1	6	10	1	9	2	4	6	0	0	10	0	29	0	0	0

IMD





ESTUDIO DE SUELOS

La cantidad de ensayos es cada 1.5km y para 12km se realizará 8 CBR.

IMD=	467 veh/día	TIPO DE CARRETERA	N° MR Y CBR
IMDC=IMD/7=	67	Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	Cada 1.5 km se realizará un CBR.
IMDA=IMD*365=	170455		
IMDM=IMD*30=	14010		
FC=IMDA/IMDM=	12.16		
IMDA=IMDSXFC=	812 veh/día		

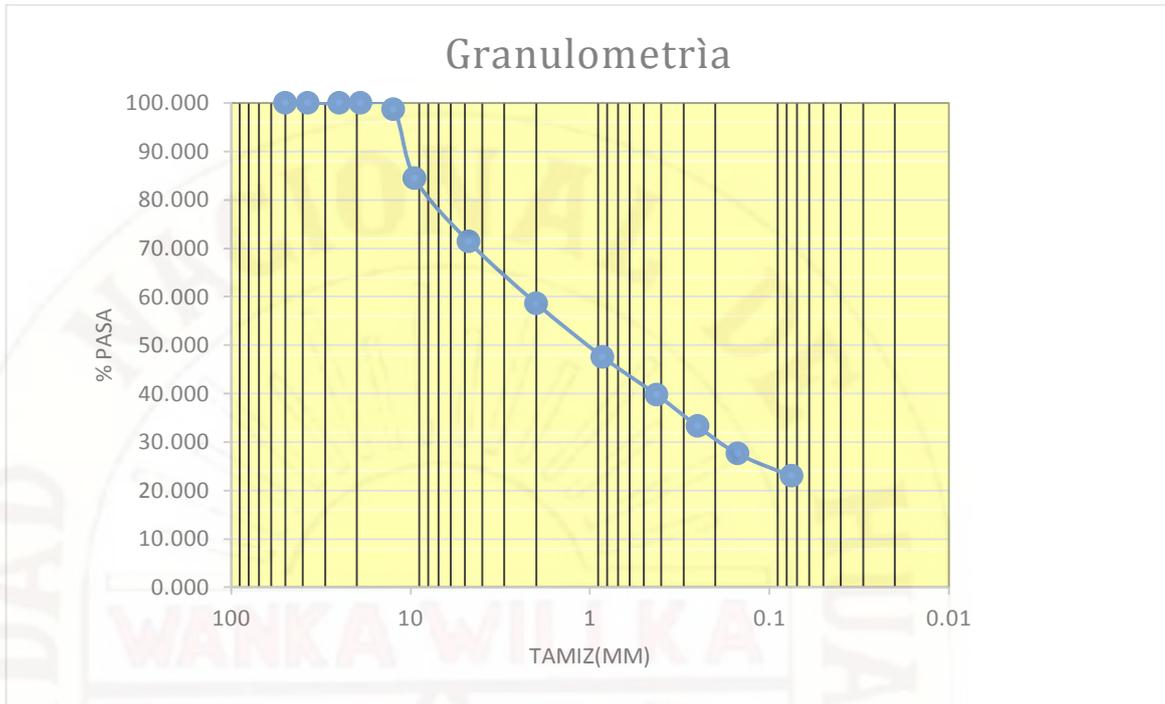
FUENTE: MINISTERIO DE TRASPORTES Y COMUNICACIONES.

EXPLORACIÓN DE SUELO TRAMO N°01- KM (071+900)

- Análisis granulométrico por tamizado (Método de AASTHO)

PESO SECO SIN LAVAR	5530 gr
PESO LAVADO Y SECO	4437 gr

TAMIZ	MALLA (mm)	PESO		% ACUMULADO	
		RETENIDO(gr)	(%)PARCIAL	RETENIDO	PASA
3"	76.200	0	0	0.00	100.00
2"	50.000	253	4.58	4.58	95.42
1 1/2"	37.500	201	3.63	8.21	91.79
1"	25.000	580	10.49	18.70	81.30
3/4"	19.000	349	6.31	25.01	74.99
3/8"	9.500	657	11.88	36.89	63.11
1/4"	6.300	270	4.88	41.77	58.23
N°4	4.750	98	1.77	43.54	56.46
N°10	2.000	398	7.20	50.74	49.26
N°40	0.425	808	14.61	65.35	34.65
N°60	0.250	308	5.57	70.92	29.08
N°100	0.150	223	4.03	74.95	25.05
N°200	0.075	238	4.30	79.26	20.74
FONDO	0	54	----	100.00	
FINO LAVADO	----	1093	20.74		
TOTAL	----	5530.00	----	----	----
ERROR	----	0.00	----	----	----



Resultados del análisis granulométrico.

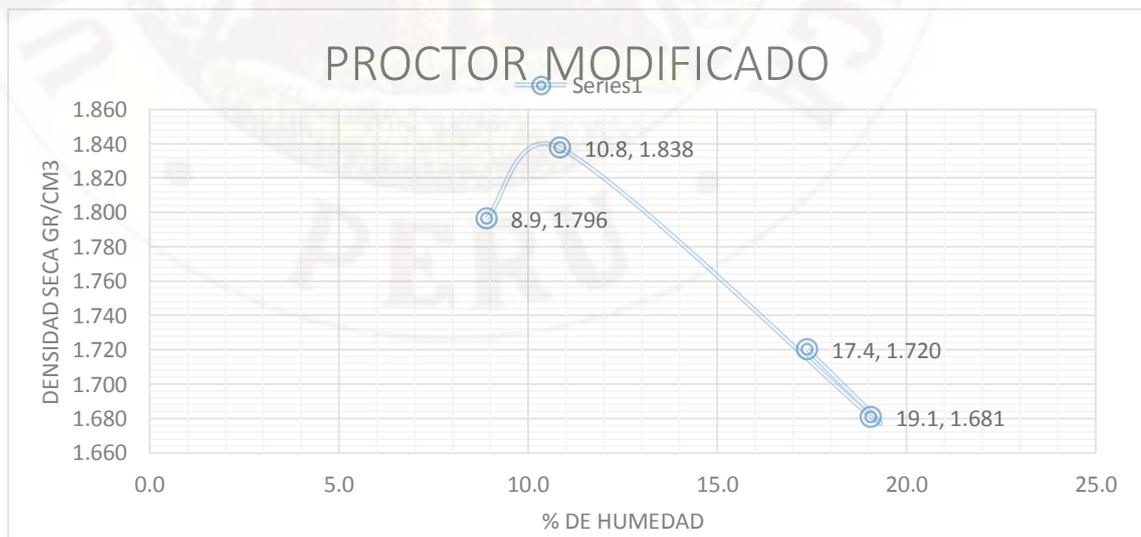
LÍMITE PLÁSTICO	30.76%
LÍMITE LÍQUIDO	31.96%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	1.20%
ÍNDICE DE GRUPO (IG)	1.144

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
M-1	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA	1	2	3	4	5	6
Nº DE GOLPES	19	23	27	.....	.....	.....
PESO DE TARA	35.9	35.9	36	35.9	36	36.1
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	62.1	64.9	61.5	42.3	41.5	42.5
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	55.8	57.9	55.3	40.7	40.2	41.1
PESO DEL AGUA	6.3	7	6.2	1.6	1.3	1.4
PESO SUELO SECO	19.9	22	19.3	4.8	4.2	5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.66	31.82	32.12	33.33	30.95	28

Clasificación según AASHTO el suelo es = A-1-A suelo conformado por gravas.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : PROCTOR MODIFICADO				
PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (GR.)	10653	10824	10748	10786
PESO MOLDE (GR.)	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO (GR.)	4147	4318	4242	4280
VOLUMEN DEL MOLDE (CM³)	2119.7216	2119.7216	2119.7216	2119.7216
DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM³)	1.956	2.037	2.001	2.019
HUMEDAD (%)				
TARA N°	3	1	3	3
TARA + SUELO HÚMEDO (GR.)	94.80	106.30	94.80	85.30
TARA + SUELO SECO (GR.)	90.00	99.40	85.40	78.00
PESO DE AGUA (GR.)	4.80	6.90	9.40	7.30
PESO DE TARA (GR.)	36.10	35.80	36.10	36.00
PESO DE SUELO SECO (GR.)	53.90	63.60	49.30	42.00
HUMEDAD (%)	8.9	10.8	19.1	17.4
DENSIDAD SECA (GR/CM³)	1.796	1.838	1.681	1.720
DENSIDAD MÁXIMA SECA = 1.56 (gr/cm³)		HUMEDAD OPTIMA = 18.23 (%)		



ESTUDIO DE C.B.R-N° 01

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)			
Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	01

Test Details			
Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98		
Sample Type	Core sample		
Sample Description			
Location	Km-071+900		
Variations from Procedure	None		
Specimen & Equipment Details			
Specimen Reference	A	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	1.87 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.01 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	22.00 %	Average after soak	23.54 %
Soaking Details			
Soaking Time	96.00 hrs		
Sample Weight after Soaking	5213.00 g		
Soaking Travel	0.320 mm		
Swell	0.58 %		

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



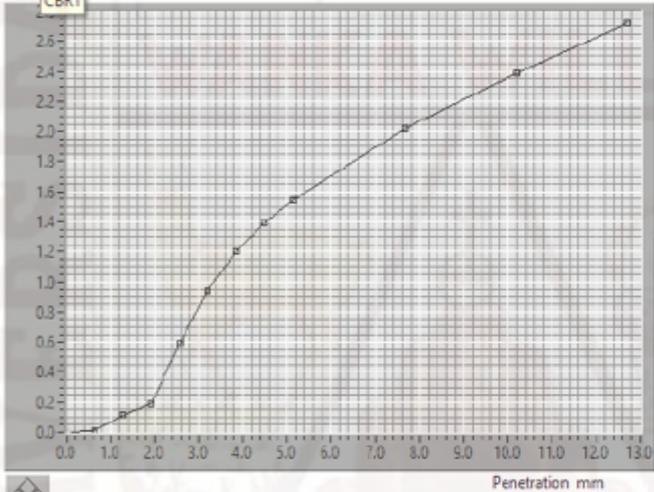
Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress_MPa

CBR1



Penetration	2.54 mm	5.08 mm
Stress	0.6 MPa	1.5 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	8.9 %	14.9 %

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	01

Test Details	
Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-071+900
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details			
Specimen Reference	B	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.000 mm		
Height	116.000 mm		
Dry Density before Soak	1.95 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.09kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	20.01 %	Average after soak	20.01 %

Soaking Details	
Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	5403.00 g
Soaking Travel	2.000 mm
Swell	1.72 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

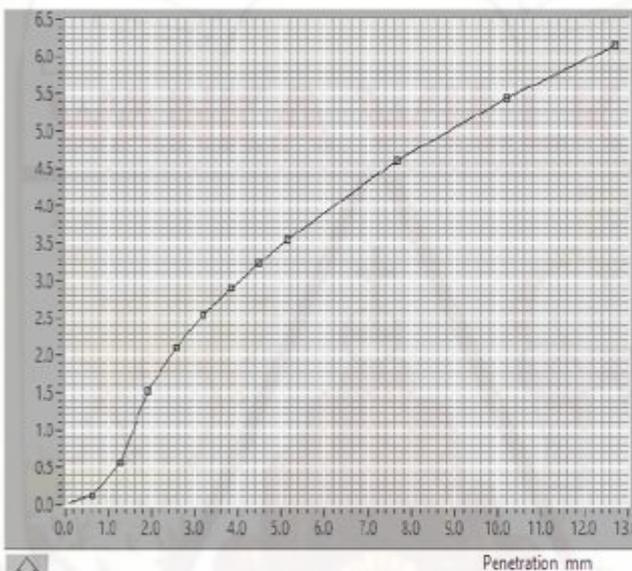


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 mm	5.08 mm
Stress	2.1 MPa	3.5 MPa
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MPa
CBR	15.4 %	34.2 %

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	01

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-071+900
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	C	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	2.02 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.09 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	18.51 %	Average after soak	18.56 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4603.00 g
Soaking Travel	2.00 mm
Swell	1.72%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

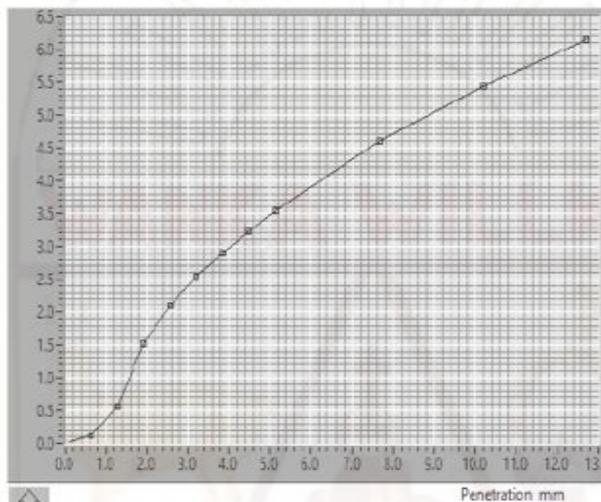


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	01

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

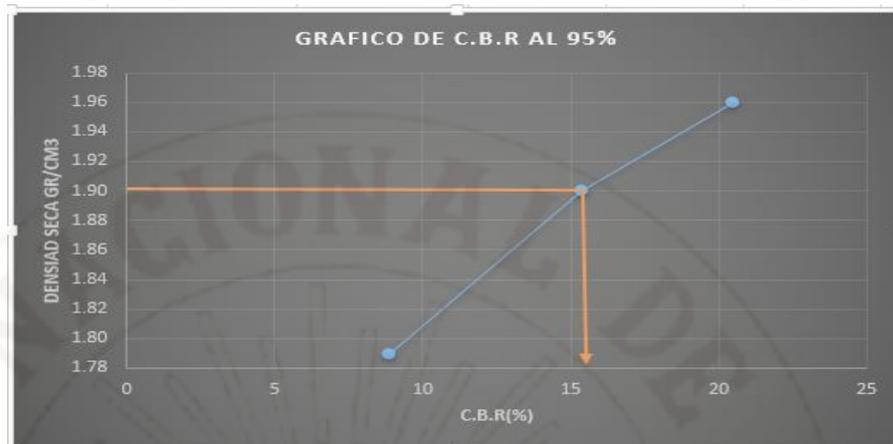
Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	2.1 MPa	3.5 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	20.5 %	22.3 %

CBR-N° 01	PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLFES	PRESIÓN PATRÓN	DENSIDAD SECA	C.B.R
Molde	(mm)	Por capa	(Mpa)	(gr/cm3)	(%)
I	2.54	12	0.6	1.79	8.9
II	2.54	25	0.6	1.90	15.4
III	2.54	56	0.6	1.96	20.5



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S: 20.5 % C.B.R. Para el 95% de la M.D.S: 16.11%

ZONDEO DEL TRAMO N°01- KM (071+900)

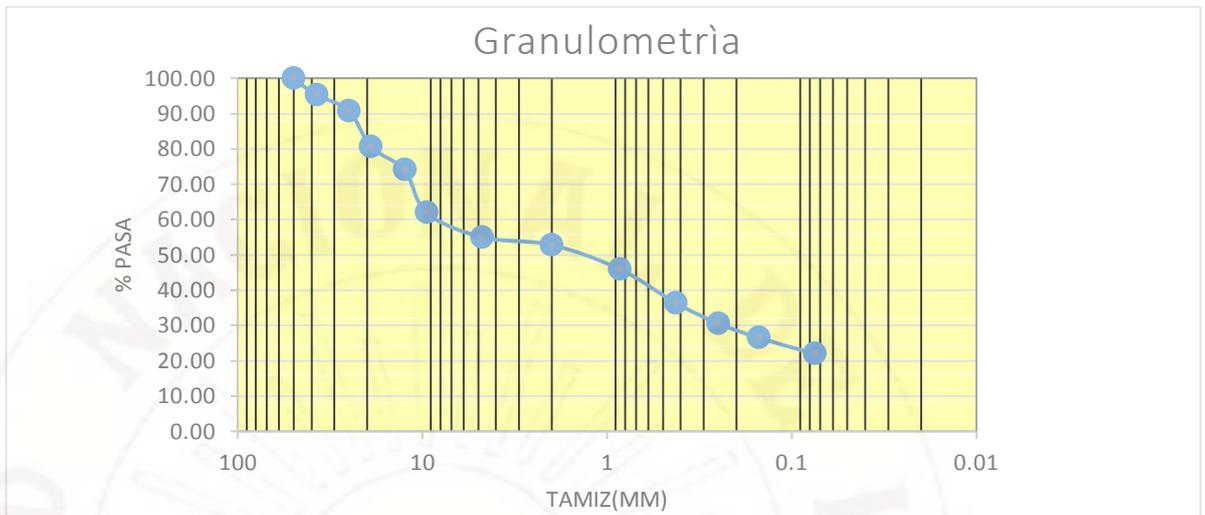


EXPLORACIÓN DE SUELO TRAMO N°02- KM (069+900)

- Análisis granulométrico por tamizado (Método de AASTHO).

PESO SECO SIN LAVAR	5330 gr
PESO LAVADO Y SECO	44223gr
PESO LAVADO Y SECO	1107gr

TAMIZ	MALLA (mm)	PESO RETENIDO(gr)	(%)PARCIAL	% ACUMULADO	
				RETENIDO	PASA
3"	76.200	0	0	0.00	100.00
2"	50.000	249	4.67	4.67	95.33
1 1/2"	37.500	237	4.45	9.12	90.88
1"	25.000	545	10.23	19.34	80.66
3/4"	19.000	349	6.55	25.89	74.11
3/8"	9.500	645	12.10	37.99	62.01
1/4"	6.300	370	6.94	44.93	55.07
N°4	4.750	116	2.18	47.11	52.89
N°10	2.000	367	6.89	54.00	46.00
N°40	0.425	510	9.57	63.56	36.44
N°60	0.250	308	5.78	69.34	30.66
N°100	0.150	220	4.13	73.47	26.53
N°200	0.075	238	4.47	77.94	22.06
FONDO	0	69	---	100.00	
FINO LAVADO	---	1107	22.06		
TOTAL	---	5330.00	---	---	---
ERROR	---	0.00	---	---	---



Resultados del análisis granulométrico.

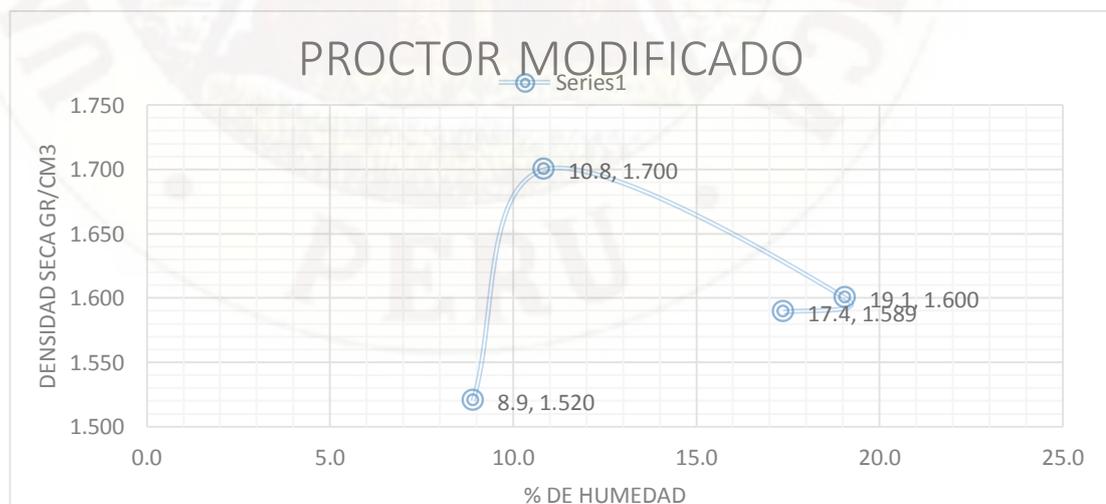
LÍMITE PLÁSTICO	36.96%
LÍMITE LÍQUIDO	33.76%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	2.20%
ÍNDICE DE GRUPO (IG)	1.99

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
M-1	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA	1	2	3	4	5	6
N° DE GOLPES	19	23	27	.....	.....	.....
PESO DE TARA	35.9	35.9	36	35.9	36	36.1
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	63.5	64.9	61.5	44.3	40.2	42.5
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	59.8	62.8	60.3	42.1	39.1	40.9
PESO DEL AGUA	3.7	2.1	1.2	2.2	1.1	1.6
PESO SUELO SECO	23.9	26.9	24.3	6.2	3.1	4.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.48	7.81	4.94	35.48	35.48	33.33

Clasificación según AASHTO el suelo es = A-1-b suelo conformado por arenas.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : PROCTOR MODIFICADO				
PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (GR.)	10653	10824	10748	10786
PESO MOLDE (GR.)	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO (GR.)	4147	4318	4242	4280
VOLUMEN DEL MOLDE (CM ³)	2119.7216	2119.7216	2119.7216	2119.7216
DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM ³)	1.956	2.037	2.001	2.019
HUMEDAD (%)				
TARA N°	3	1	3	3
TARA + SUELO HÚMEDO (GR.)	94.80	106.30	94.80	85.30
TARA + SUELO SECO (GR.)	82.00	96.10	83.40	72.59
PESO DE AGUA (GR.)	4.80	6.90	9.40	7.30
PESO DE TARA (GR.)	36.10	35.80	36.10	36.00
PESO DE SUELO SECO (GR.)	53.90	63.60	49.30	42.00
HUMEDAD (%)	8.9	10.8	19.1	17.4
DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.520	1.700	1.600	1.589
DENSIDAD MÁXIMA SECA=1.712(gr/cm³)		HUMEDAD OPTIMA=11(%)		



ESTUDIO DE C.B.R-N° 02

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	UNH
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	02

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-069+900
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	A	Method of Sample Preparation	compactada
Diameter	152.300 mm		
Height	116.500 mm		
Dry Density before Soak	1.63 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.63 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	11.82 %	After Compaction	11.82 %
Top 1" Layer after penetration	20.25 %	Average after soak	21.24 %

Soaking Details

Soaking Time	100.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4195.00 g
Soaking Travel	0.727 mm
Swell	0.62 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

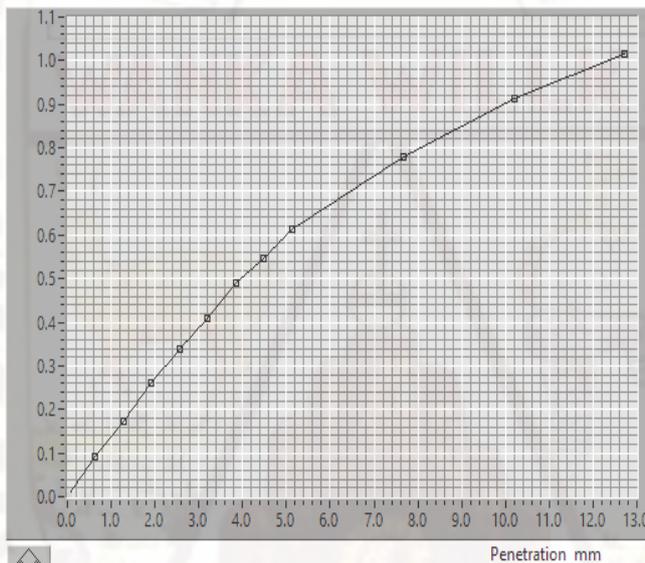


Client	tesis huincho	Lab Ref	UNH
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	<input type="text" value="2.54"/> m	<input type="text" value="5.08"/> m
Stress	<input type="text" value="0.3"/> MPa	<input type="text" value="0.6"/> MP
Standard Stress	<input type="text" value="6.9"/> MPa	<input type="text" value="10.3"/> MP
CBR	<input type="text" value="4.9"/> %	<input type="text" value="5.9"/> %



California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	02

Test Details			
Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98		
Sample Type	Core sample		
Sample Description			
Location	Km-069+900		
Variations from Procedure	None		
Specimen & Equipment Details			
Specimen Reference	B	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.100 mm		
Dry Density before Soak	1.72 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.72 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	11.92 %	After Compaction	11.92 %
Top 1" Layer after penetration	18.50 %	Average after soak	18.60 %
Soaking Details			
Soaking Time	100.00 hrs		
Sample Weight after Soaking	4315.00 g		
Soaking Travel	0.660 mm		
Swell	0.57 %		

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

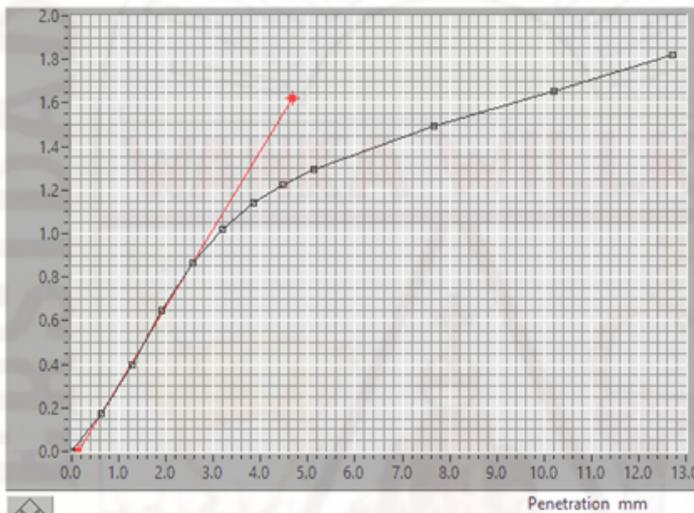


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	0.9 MPa	1.3 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	12.9 %	12.7 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted
Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	02

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-068+900
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	C	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	1.77 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.77 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	11.62 %	After Compaction	11.53 %
Top 1" Layer after penetration	16.25 %	Average after soak	16.91 %

Soaking Details

Soaking Time	100.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4393.00 g
Soaking Travel	0.900 mm
Swell	0.77 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

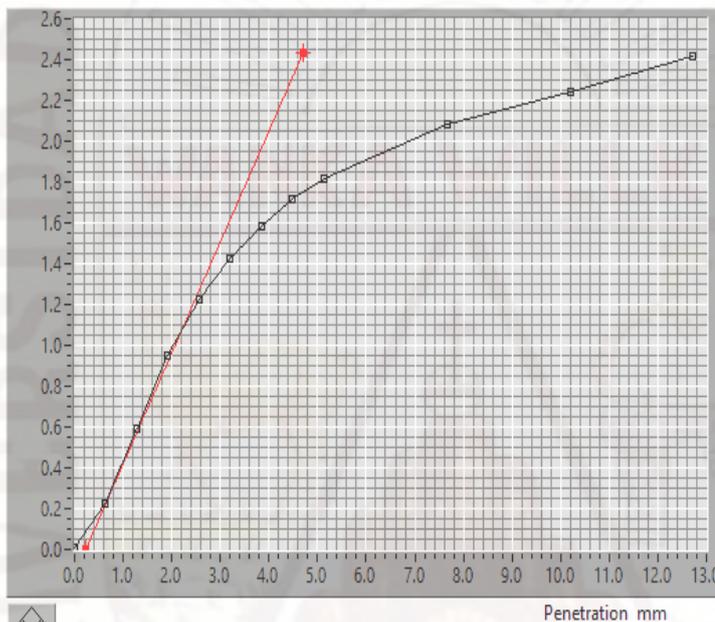


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	02

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	1.3 MPa	1.8 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	18.7 %	17.8 %

CBR-N° 02	PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES	PRESIÓN PATRÓN	DENSIDAD SECA	C.B.R
Molde	(mm)	Por capa	(Mpa)	(gr/cm3)	(%)
I	2.54	12	0.6	1.66	4.9
II	2.54	25	0.6	1.73	12.9
III	2.54	56	0.6	1.82	18.7



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S: 18.7 % C.B.R. Para el 95% de la M.D.S: 14.13%

ZONDEO DEL TRAMO N°02- KM (069+900)

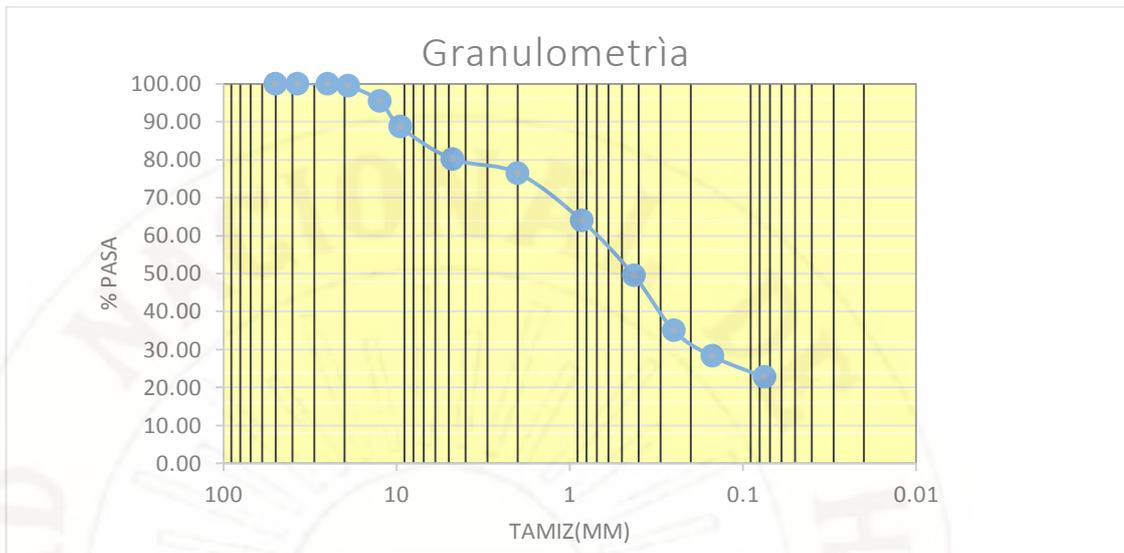


EXPLORACIÓN DE SUELO TRAMO N°03- KM (068+100)

- Análisis granulométrico por tamizado (Método de AASTHO).

PESO SECO SIN LAVAR	5160 gr
PESO LAVADO Y SECO	4130gr
FINOS	1030gr

TAMIZ	MALLA (mm)	PESO RETENIDO(gr)	(%)PARCIAL	% ACUMULADO	
				RETENIDO	PASA
3"	76.200	0	0	0.00	100.00
2"	50.000	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	32	0.62	0.62	99.38
3/4"	19.000	203	3.93	4.55	95.45
3/8"	9.500	352	6.82	11.38	88.62
1/4"	6.300	437	8.47	19.84	80.16
N°4	4.750	189	3.66	23.51	76.49
N°10	2.000	646	12.52	36.03	63.97
N°40	0.425	748	14.50	50.52	49.48
N°60	0.250	746	14.46	64.98	35.02
N°100	0.150	346	6.71	71.69	28.31
N°200	0.075	287	5.56	77.25	22.75
FONDO	0	144	---	100.00	
FINO LAVADO	---	1030	22.75		
TOTAL	---	5530.00	---	---	---
ERROR	---	0.00	---	---	---



Resultados del análisis granulométrico.

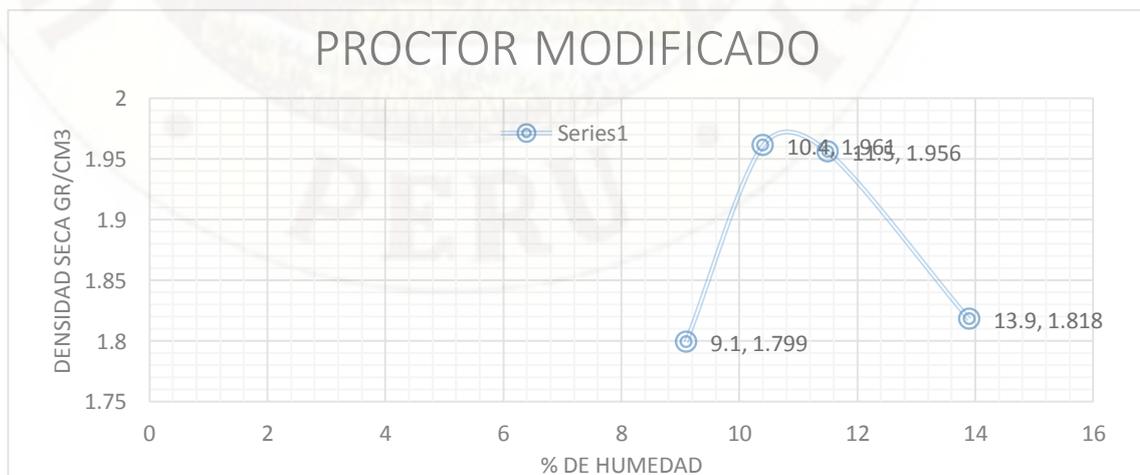
LÍMITE PLÁSTICO	27.3%
LÍMITE LÍQUIDO	31.6%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	4.3%
ÍNDICE DE GRUPO (IG)	2.451

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
M-3	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA	1	2	3	4	5	6
N° DE GOLPES	19	23	27	.....	.....	.....
PESO DE TARA	35.9	35.9	36	35.9	36	36.1
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	62.1	64.9	61.5	42.3	41.5	42.5
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	55.8	57.9	55.3	40.7	40.2	41.1
PESO DEL AGUA	6.3	7	6.2	1.6	1.3	1.4
PESO SUELO SECO	19.9	22	19.3	9.44	2.27	4.42
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.9	37.1	40.1	38.1	21.6	22.2

Clasificación según AASHTO el suelo es = A-1-b suelo conformado por arenas.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : PROCTOR MODIFICADO				
PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (GR.)	10653	10824	10748	10786
PESO MOLDE (GR.)	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO (GR.)	4147	4318	4242	4280
VOLUMEN DEL MOLDE (CM ³)	2119.7216	2119.7216	2119.7216	2119.7216
DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM ³)	1.956	2.037	2.001	2.019
HUMEDAD (%)				
TARA N°	3	1	3	3
TARA + SUELO HÚMEDO (GR.)	94.80	100.30	95.60	81.30
TARA + SUELO SECO (GR.)	90.01	99.03	85.23	78.04
PESO DE AGUA (GR.)	4.79	1.27	10.37	3.26
PESO DE TARA (GR.)	36.10	35.80	36.10	36.00
PESO DE SUELO SECO (GR.)	53.91	63.23	49.13	42.04
HUMEDAD (%)	9.1	10.4	11.5	13.9
DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.799	1.961	1.956	1.818
DENSIDAD MÁXIMA SECA=1.976 (GR/CM ³)		HUMEDAD OPTIMA=11.30 (%)		



ESTUDIO DE C.B.R- N°03

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	03

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-068+100
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	A	Method of Sample Preparation	compactado
Diameter	152.300 mm		
Height	116.500 mm		
Dry Density before Soak	1.37 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.37 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.57 %	After Compaction	14.57 %
Top 1" Layer after penetration	14.57 %	Average after soak	26.44 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	3686.00 g
Soaking Travel	0.360 mm
Swell	0.31 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

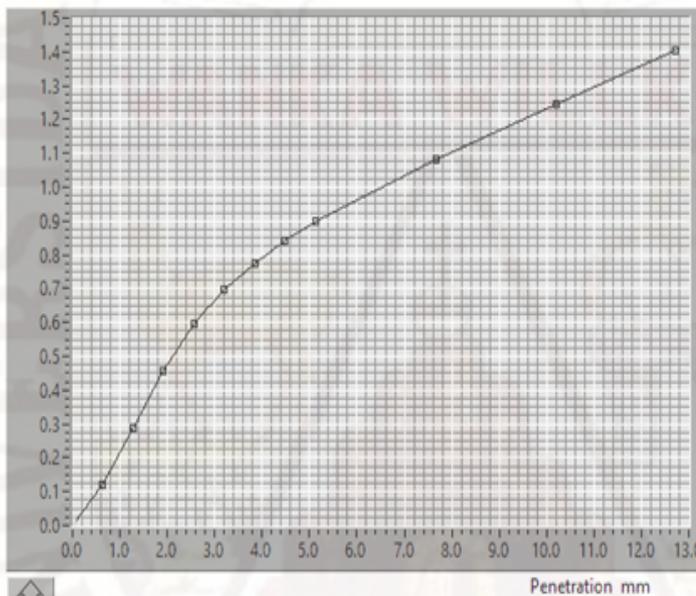


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.6	MPa	0.9	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	8.6	%	8.7	%

Penetration mm

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted
Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	03

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-068+100
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	B	Method of Sample Preparation	compactado
Diameter	152.300 mm		
Height	116.500 mm		
Dry Density before Soak	1.53 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.53 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.02 %	After Compaction	14.66 %
Top 1" Layer after penetration	14.02 %	Average after soak	20.96 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	3919.00 g
Soaking Travel	0.420 mm
Swell	0.36 %

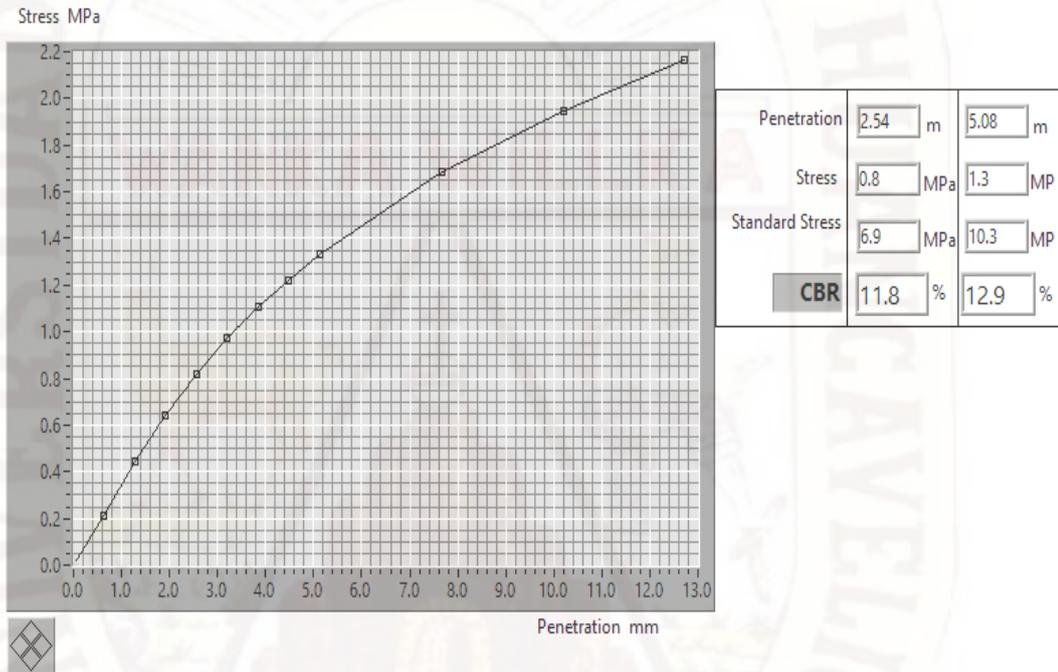
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



California Bearing Ratio of Laboratory Compacted
Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	03

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-068+100
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	C	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.500 mm		
Dry Density before Soak	1.59 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.59 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.02 %	After Compaction	14.43 %
Top 1" Layer after penetration	14.02 %	Average after soak	18.76 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4003.00 g
Soaking Travel	0.480 mm
Swell	0.41 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

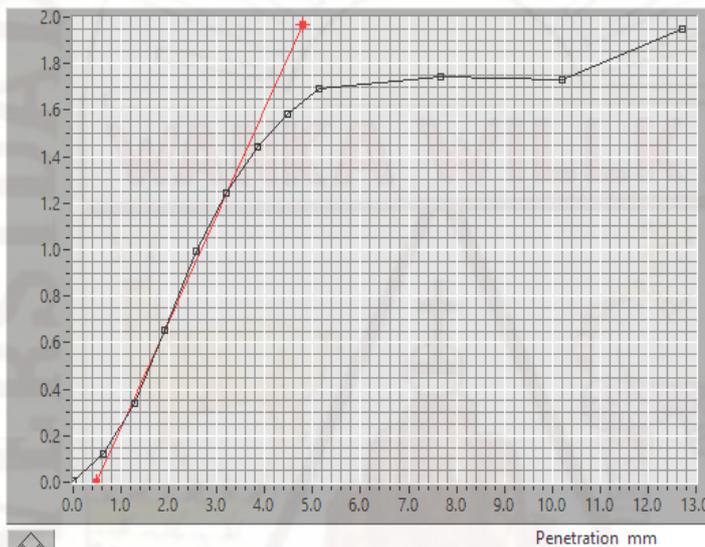


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	03

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

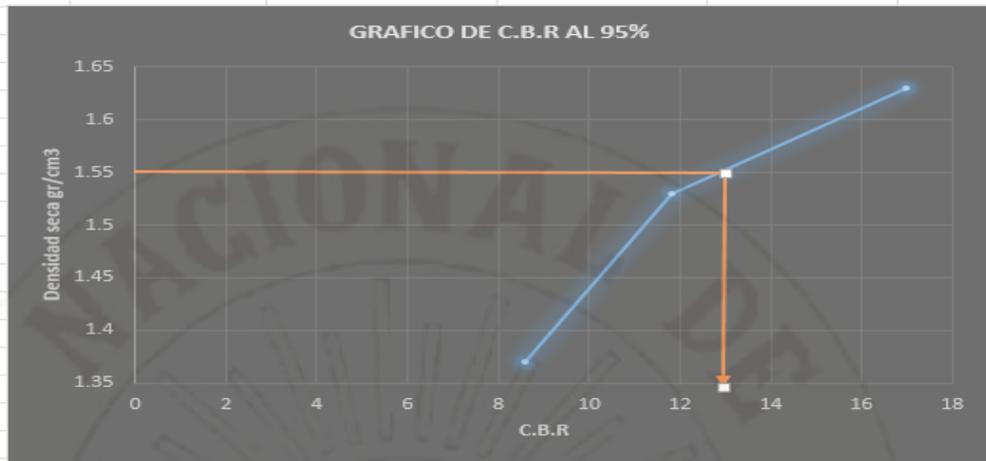
Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	1.2 MPa	1.7 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	17.0 %	16.5 %

CBR-N° 03	PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES	PRESIÓN PATRÓN	DENSIDAD SECA	C.B.R
Molde	(mm)	Por capa	(Mpa)	(gr/cm3)	(%)
I	2.54	12	0.6	1.37	8.6
II	2.54	25	0.6	1.53	11.8
III	2.54	56	0.6	1.59	17.0



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S: 17.0 % C.B.R. Para el 95% de la M.D.S: 13.12%

ZONDEO DEL TRAMO N°03- KM (068+100)



4 pulgadas de carpeta asfáltica

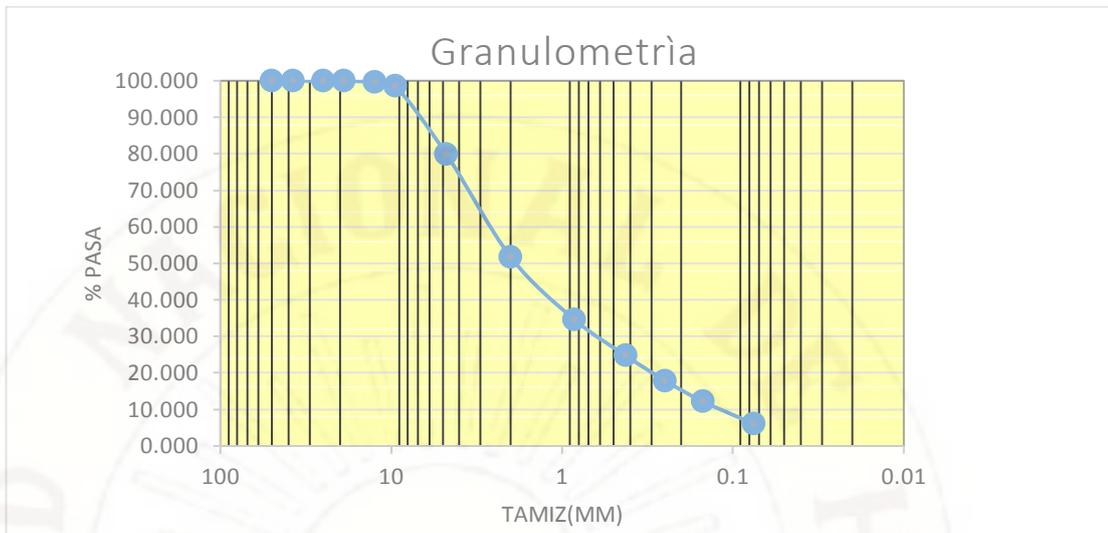


EXPLORACIÓN DE SUELO TRAMO N°04- KM (66+300)

- Análisis granulométrico por tamizado (Método de AASTHO).

PESO SECO SIN LAVAR	5169 gr
PESO LAVADO Y SECO	3414 gr
FINOS	1755 gr

TAMIZ	MALLA (mm)	PESO		% ACUMULADO	
		RETENIDO(gr)	(%)PARCIAL	RETENIDO	PASA
3"	76.200	0	0	0.00	100.00
2"	50.000	270	5.22	5.22	94.78
1 1/2"	37.500	0	0.00	5.22	94.78
1"	25.000	62	1.20	6.42	93.58
3/4"	19.000	203	3.93	10.35	89.65
3/8"	9.500	252	4.88	15.23	84.77
1/4"	6.300	137	2.65	17.88	82.12
N°4	4.750	79	1.53	19.40	80.60
N°10	2.000	246	4.76	24.16	75.84
N°40	0.425	748	14.47	38.63	61.37
N°60	0.250	704	13.62	52.25	47.75
N°100	0.150	346	6.69	58.95	41.05
N°200	0.075	261	5.05	64.00	36.00
FONDO	0	106	----	100.00	
FINO LAVADO	----	1755	36.00		
TOTAL	----	5169.00	----	----	----
ERROR	----	0.00	----	----	----



Resultados del análisis granulométrico.

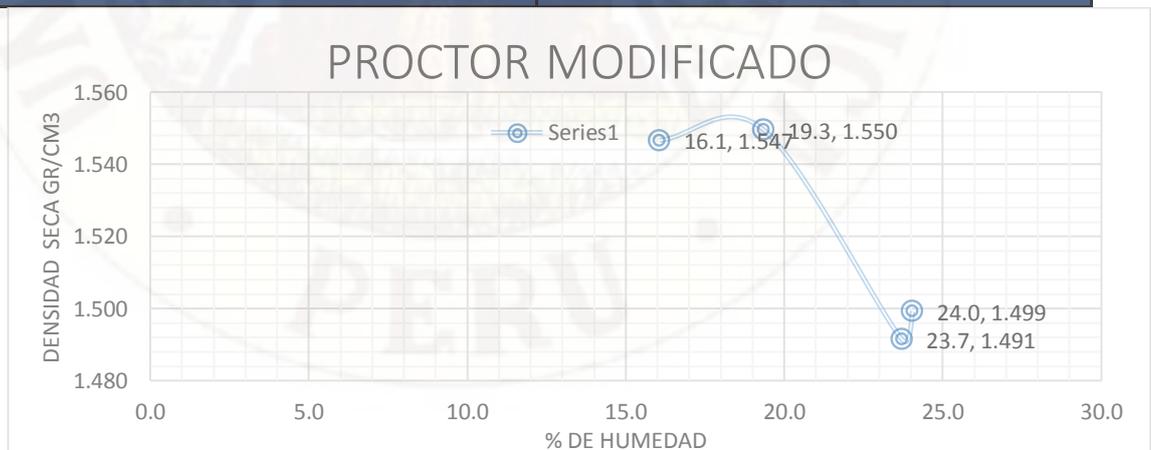
LÍMITE PLÁSTICO	47.06%
LÍMITE LÍQUIDO	51.69%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	4.59%
ÍNDICE DE GRUPO (IG)	4.46

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
M-1	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA	1	2	3	4	5	6
N° DE GOLPES	20	23	28	.....	.....	.....
PESO DE TARA	15.7	15.8	15.7	15.8	15.6	15.7
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	44.9	54.3	37.9	18.2	18.6	18.1
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	34.7	41.1	30.4	17.5	17.6	17.3
PESO DEL AGUA	10.2	13.2	7.5	0.7	1	0.8
PESO SUELO SECO	19	25.3	14.7	1.7	2	1.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	53.68	52.17	51.02	41.18	50	50

Clasificación según AASHTO el suelo es = A-5 suelo limoso.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : PROCTOR MODIFICADO				
PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (GR.)	10311	10426	10417	10448
PESO MOLDE (GR.)	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO (GR.)	3805	3920	3911	3942
VOLUMEN DEL MOLDE (CM ³)	2119.7216	2119.7216	2119.7216	2119.7216
DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM ³)	1.795	1.849	1.845	1.860
HUMEDAD (%)				
TARA N°	3	1	3	3
TARA + SUELO HÚMEDO (GR.)	112.50	108.80	122.20	126.30
TARA + SUELO SECO (GR.)	101.90	97.00	105.70	108.80
PESO DE AGUA (GR.)	10.60	11.80	16.50	17.50
PESO DE TARA (GR.)	35.90	36.00	36.10	36.01
PESO DE SUELO SECO (GR.)	66.00	61.00	69.60	72.79
HUMEDAD (%)	16.1	19.3	23.7	24.0
DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.547	1.550	1.491	1.499
DENSIDAD MÁXIMA SECA=1.56(GR/CM ³)		HUMEDAD OPTIMA=18.23(%)		



ESTUDIO DE C.B.R-N° 04

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	04

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-066+300
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	A	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.500 mm		
Dry Density before Soak	1.41 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.41 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	18.23 %	After Compaction	18.23 %
Top 1" Layer after penetration	33.00 %	Average after soak	35.90 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4076.00 g
Soaking Travel	0.360 mm
Swell	0.31 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

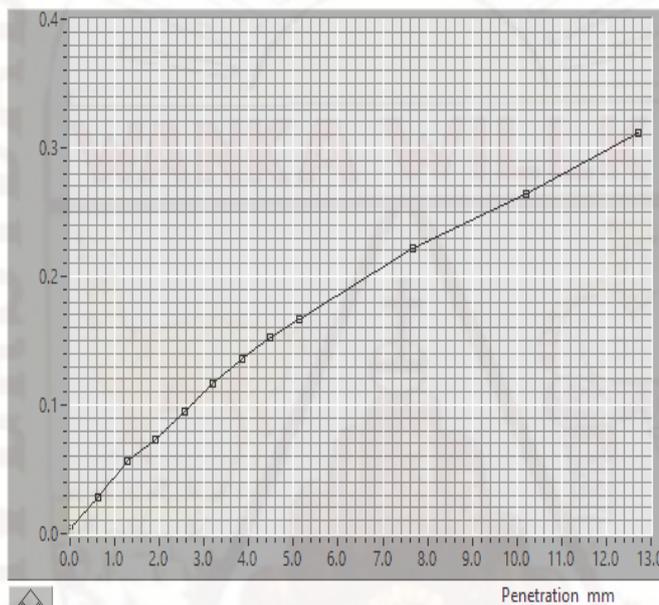


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	04

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	<input type="text" value="2.54"/> m	<input type="text" value="5.08"/> m
Stress	<input type="text" value="0.1"/> MPa	<input type="text" value="0.2"/> MP
Standard Stress	<input type="text" value="6.9"/> MPa	<input type="text" value="10.3"/> MP
CBR	<input type="text" value="1.4"/> %	<input type="text" value="1.6"/> %



California Bearing Ratio of Laboratory Compacted
Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	04

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-066+300
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	B	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.500 mm		
Dry Density before Soak	1.50 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.50 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	18.23 %	After Compaction	18.23 %
Top 1" Layer after penetration	31.15 %	Average after soak	31.54 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4191.00 g
Soaking Travel	0.465 mm
Swell	0.40 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

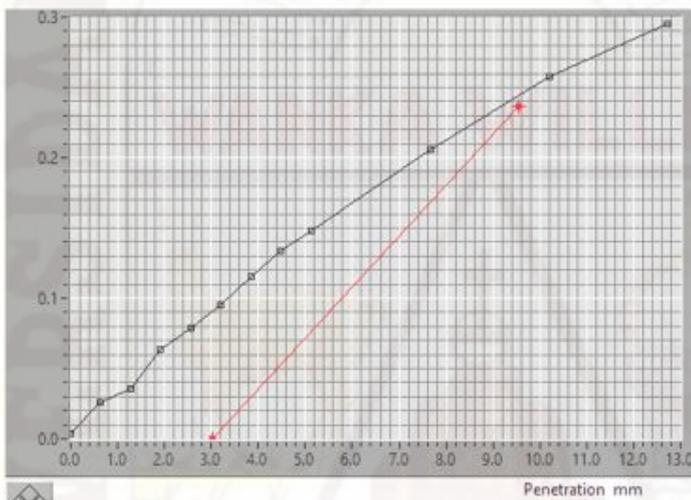


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	04

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	0.2 MPa	0.2 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	4.3 %	2.1 %

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	04

Test Details	
Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-066+300
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details			
Specimen Reference	C	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.500 mm		
Dry Density before Soak	1.57 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.57 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	18.23 %	After Compaction	18.23 %
Top 1" Layer after penetration	31.15 %	Average after soak	31.17 %

Soaking Details	
Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4380.00 g
Soaking Travel	0.780 mm
Swell	0.67 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

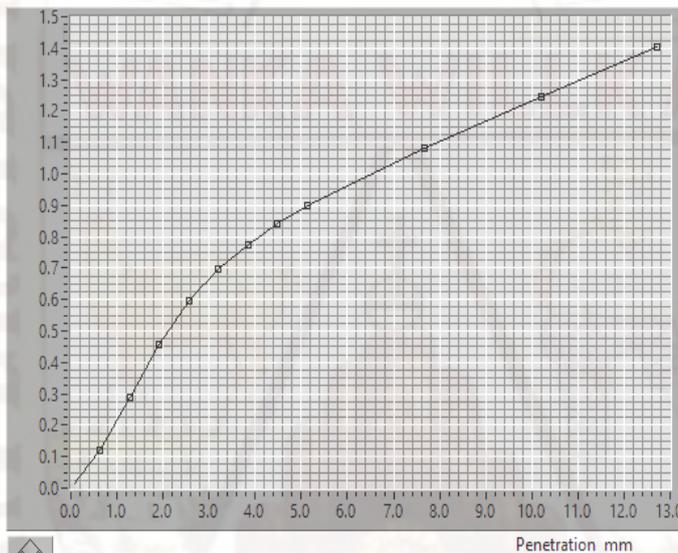


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	04

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

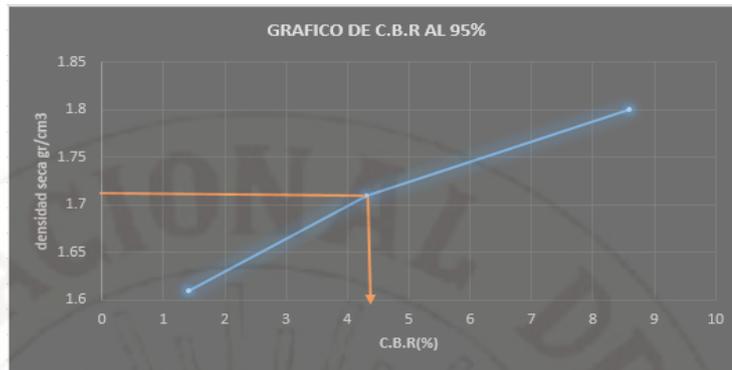
Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	0.6 MPa	0.9 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	8.6 %	8.7 %

CBR-N° 04	PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLFES	PRESIÓN PATRÓN	DENSIDAD SECA	C.B.R
Molde	(mm)	Por capa	(Mpa)	(gr/cm3)	(%)
I	2.54	12	0.6	1.61	1.60
II	2.54	25	0.6	1.71	4.30
III	2.54	56	0.6	1.80	8.60



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S: 8.6 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S: 4.30%

ZONDEO DEL TRAMO N°04- KM (066+300)



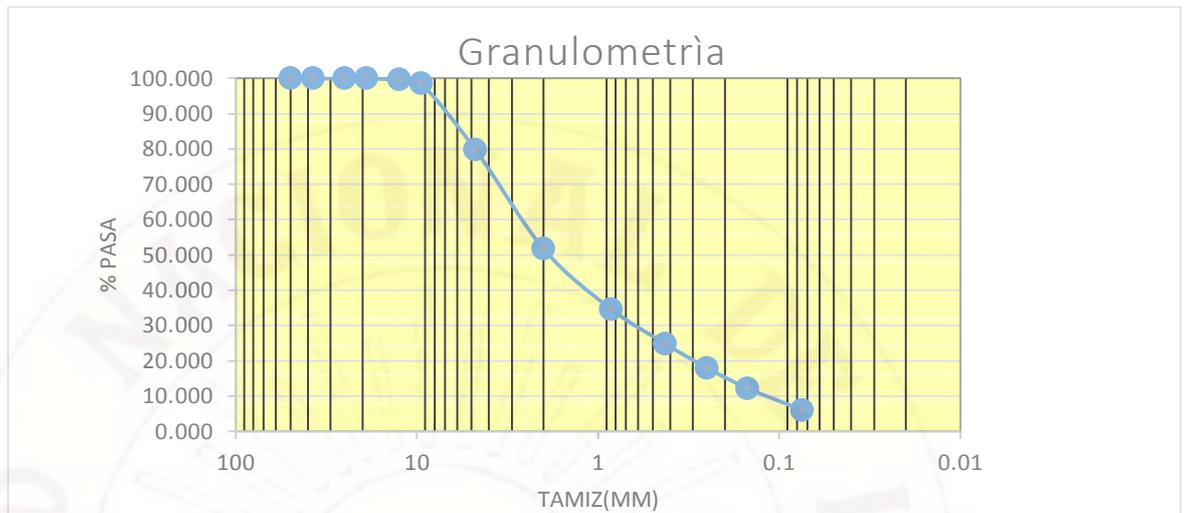
4 pulgadas de carpeta asfáltica

EXPLORACIÓN DE SUELO TRAMO N°05- KM (065+500)

- Análisis granulométrico por tamizado (Método de AASTHO).

PESO SECO SIN LAVAR	614.9 gr
PESO LAVADO Y SECO	500 gr

TAMIZ	MALLA (mm)	PESO RETENIDO(gr)	(%)PARCIAL	% ACUMULADO	
				RETENIDO	PASA
3"	76.200	0	0.00	0.00	0.00
2"	50.000	0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	37.500	0	0.00	0.00	0.00
1"	25.000	0	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.000	6	0.00	0.00	0.00
3/8"	9.500	17	0.01	0.01	0.01
1/4"	6.300	320	0.19	0.20	0.19
N°4	4.750	478	0.28	0.48	0.28
N°10	2.000	290	0.17	0.65	0.17
N°40	0.425	168	0.10	0.75	0.10
N°60	0.250	117	0.07	0.82	0.07
N°100	0.150	97	0.06	0.88	0.06
N°200	0.075	105	0.06	0.94	0.06
FONDO	0	102	0.06	100.00	
FINO LAVADO	----	1093	----		
TOTAL	----	500.00	----	----	----
ERROR	----	0.00	----	----	----



Resultados del análisis granulométrico.

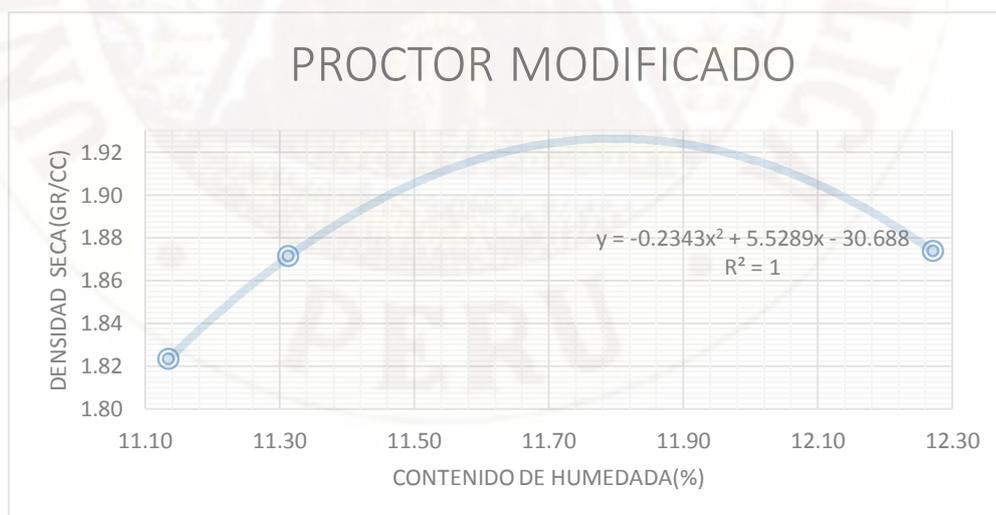
LÍMITE PLÁSTICO	26.17%
LÍMITE LÍQUIDO	33.25%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	7.08%
ÍNDICE DE GRUPO (IG)	4.343

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
M-1	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA	1	2	3	4	5	6
N° DE GOLPES	10	17	26	.....	.....	.....
PESO DE TARA	15.28	15.07	15.32	33.53	33.19	37.96
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	36.13	30.19	32.48	41	39	38
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	30.18	26.06	27.79	39.41	37.05	37.96
PESO DEL AGUA	5.95	4.13	4.25	1.59	1.59	0.04
PESO SUELO SECO	14.9	10.99	12.92	5.88	3.86	4.22
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	39.93	37.58	32.82	27.04	50.52	0.95

Clasificación según AASHTO el suelo es = A-2-7 Suelo arena – limosa.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : PROCTOR MODIFICADO				
PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (GR.)	10653	10824	10748	10786
PESO MOLDE (GR.)	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO (GR.)	4147	4318	4242	4280
VOLUMEN DEL MOLDE (CM ³)	2119.7216	2119.7216	2119.7216	2119.7216
DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM ³)	1.956	2.037	2.001	2.019
HUMEDAD (%)				
TARA N°	3	1	3	3
TARA + SUELO HÚMEDO (GR.)	94.80	106.30	94.80	85.30
TARA + SUELO SECO (GR.)	90.00	99.40	85.40	78.00
PESO DE AGUA (GR.)	4.80	6.90	9.40	7.30
PESO DE TARA (GR.)	36.10	35.80	36.10	36.00
PESO DE SUELO SECO (GR.)	53.90	63.60	49.30	42.00
HUMEDAD (%)	11.31	12.27	12.42	11.14
DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.87	1.87	1.84	1.82
DENSIDAD MÁXIMA SECA=11.80 (GR/CM ³)		HUMEDAD OPTIMA=11.80 (%)		



ESTUDIO DE C.B.R-N° 05

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	05

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-065+500
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	A	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	1.66 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.66 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.00 %	After Compaction	14.00 %
Top 1" Layer after penetration	22.00 %	Average after soak	23.54 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4362.00 g
Soaking Travel	0.320 mm
Swell	0.27 %

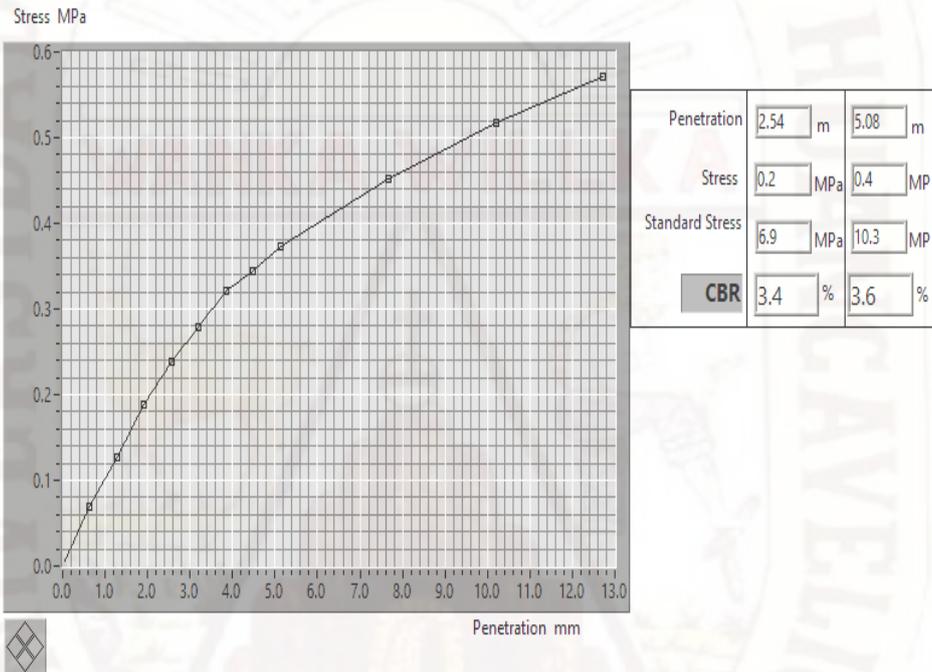
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	05

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	05

Test Details	
Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-065+500
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details			
Specimen Reference	B	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.000 mm		
Height	116.000 mm		
Dry Density before Soak	1.76 kg/m3	Dry Density after Soak	1.76 kg/m3
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.00 %	After Compaction	14.00 %
Top 1" Layer after penetration	20.01 %	Average after soak	20.01 %

Soaking Details	
Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4455.00 g
Soaking Travel	0.400 mm
Swell	0.34 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

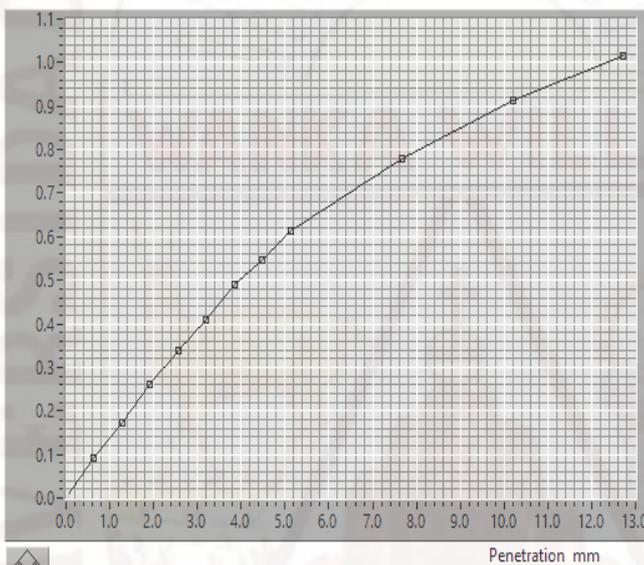


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	05

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.3	MPa	0.6	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	4.9	%	5.9	%



California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	05

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-065+500
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	C	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	1.83 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.83 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.00 %	After Compaction	14.00 %
Top 1" Layer after penetration	18.51 %	Average after soak	18.56 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4603.00 g
Soaking Travel	0.520 mm
Swell	0.45 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

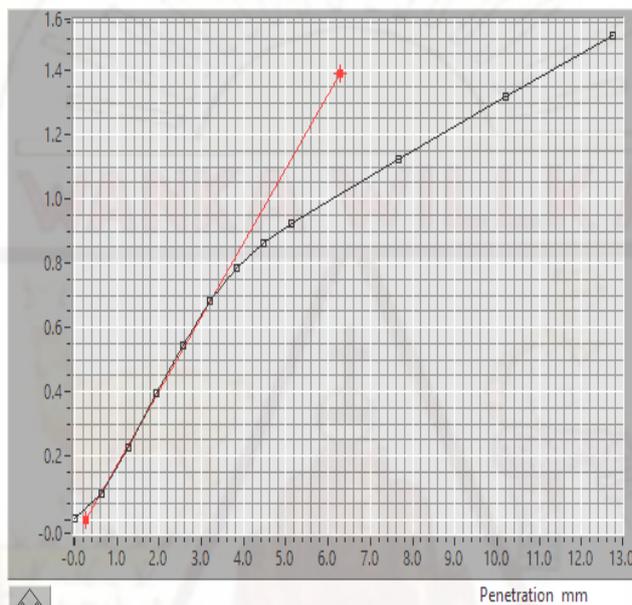


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	05

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

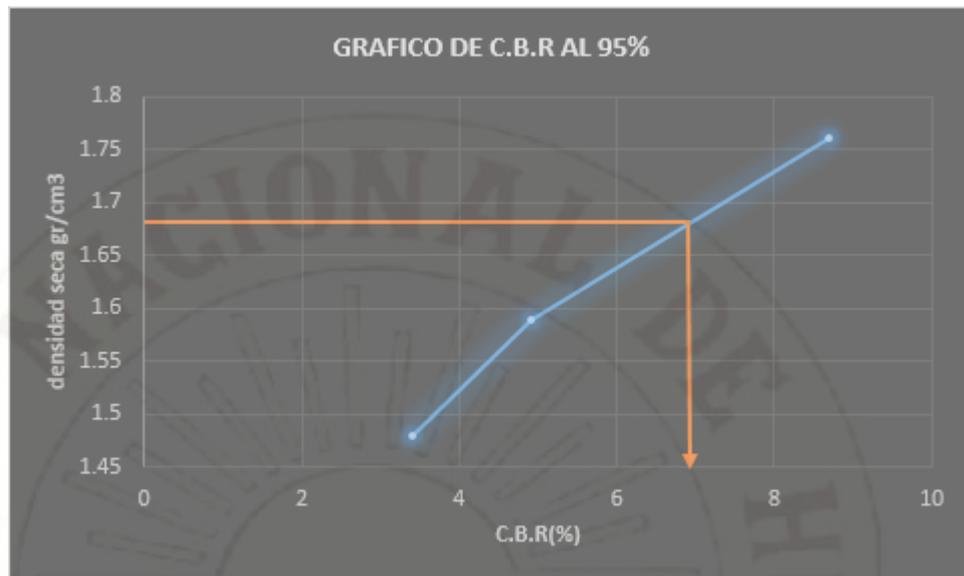
Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	0.6 MPa	0.9 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	8.7 %	9.1 %

CBR-N° 05	PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLFES	PRESIÓN PATRÓN	DENSIDAD SECA	C.B.R
Molde	(mm)	Por capa	(Mpa)	(gr/cm3)	(%)
I	2.54	12	0.6	1.48	3.4
II	2.54	25	0.6	1.59	4.9
III	2.54	56	0.6	1.76	8.7



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S: 8.70 % **C.B.R. Para el 95% de la M.D.S: 7.20%**

ZONDEO DEL TRAMO N°05- KM (065+500)

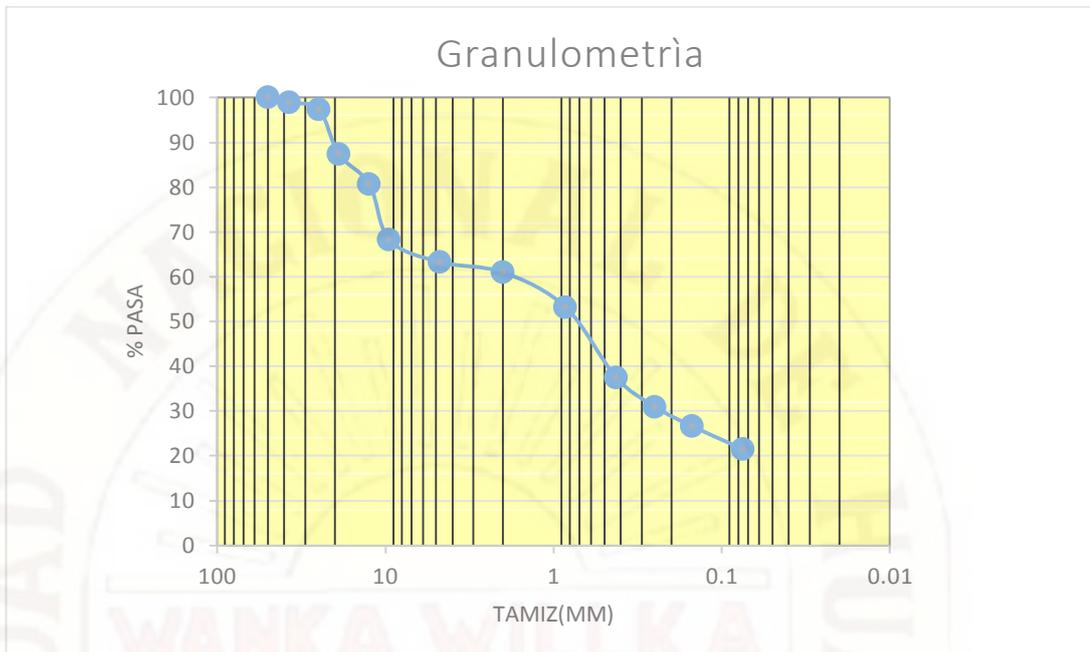


EXPLORACIÓN DE SUELO TRAMO N°06- KM (063+800)

- Análisis granulométrico por tamizado (Método de AASTHO).

PESO SECO SIN LAVAR	5250 gr
PESO LAVADO Y SECO	4220 gr
PESO LAVADO Y SECO	1039 gr

TAMIZ	MALLA (mm)	PESO RETENIDO(gr)	(%)PARCIAL	% ACUMULADO	
				RETENIDO	PASA
3"	76.200	0	0	0.00	100.00
2"	50.000	60	1.14	1.14	98.86
1 1/2"	37.500	76	1.45	2.59	97.41
1"	25.000	528	10.06	12.65	87.35
3/4"	19.000	349	6.65	19.30	80.70
3/8"	9.500	657	12.51	31.81	68.19
1/4"	6.300	259	4.93	36.74	63.26
N°4	4.750	120	2.29	39.03	60.97
N°10	2.000	409	7.79	46.82	53.18
N°40	0.425	823	15.68	62.50	37.50
N°60	0.250	345	6.57	69.07	30.93
N°100	0.150	229	4.36	73.43	26.57
N°200	0.075	266	5.07	78.50	21.50
FONDO	0	99	---	100.00	
FINO LAVADO	---	1030	21.50		
TOTAL	---	5250.00	---	---	---
ERROR	---	0.00	---	---	---



Resultados del análisis granulométrico.

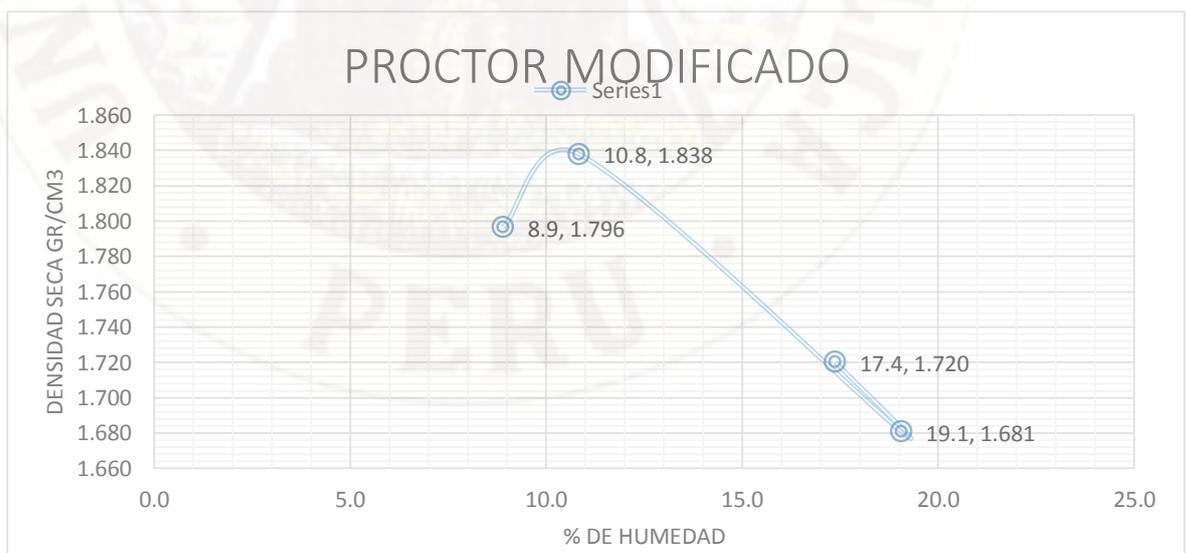
LÍMITE PLÁSTICO	30.76%
LÍMITE LÍQUIDO	31.96%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	7.20%
ÍNDICE DE GRUPO (IG)	3.148

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
M-1	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA	1	2	3	4	5	6
Nº DE GOLPES	19	23	27	.....	.....	.....
PESO DE TARA	35.9	35.9	36	35.9	36	36.1
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	62.1	64.9	61.5	42.3	41.5	42.5
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	55.8	57.9	55.3	40.7	40.2	41.1
PESO DEL AGUA	6.3	7	6.2	1.6	1.3	1.4
PESO SUELO SECO	19.9	22	19.3	4.8	4.2	5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.66	31.82	32.12	33.33	30.95	28

Clasificación según AASHTO el suelo es = A-3 suelo conformado por arena fina.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : PROCTOR MODIFICADO				
PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (GR.)	10653	10824	10748	10786
PESO MOLDE (GR.)	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO (GR.)	4147	4318	4242	4280
VOLUMEN DEL MOLDE (CM ³)	2119.7216	2119.7216	2119.7216	2119.7216
DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM ³)	1.956	2.037	2.001	2.019
HUMEDAD (%)				
TARA N°	3	1	3	3
TARA + SUELO HÚMEDO (GR.)	94.80	106.30	94.80	85.30
TARA + SUELO SECO (GR.)	90.00	99.40	85.40	78.00
PESO DE AGUA (GR.)	4.80	6.90	9.40	7.30
PESO DE TARA (GR.)	36.10	35.80	36.10	36.00
PESO DE SUELO SECO (GR.)	53.90	63.60	49.30	42.00
HUMEDAD (%)	8.9	10.8	19.1	17.4
DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.796	1.838	1.681	1.720
DENSIDAD MÁXIMA SECA=1.838 CM/CM3		HUMEDAD OPTIMA=10.8 %		



ESTUDIO DE C.B.R- N°06

**California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)**



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	06

Test Details			
Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98		
Sample Type	Core sample		
Sample Description			
Location	Km-063+800		
Variations from Procedure	None		
Specimen & Equipment Details			
Specimen Reference	A	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	1.66 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.66 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.00 %	After Compaction	14.00 %
Top 1" Layer after penetration	22.00 %	Average after soak	23.54 %
Soaking Details			
Soaking Time	96.00 hrs		
Sample Weight after Soaking	4362.00 g		
Soaking Travel	0.320 mm		
Swell	0.27 %		

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

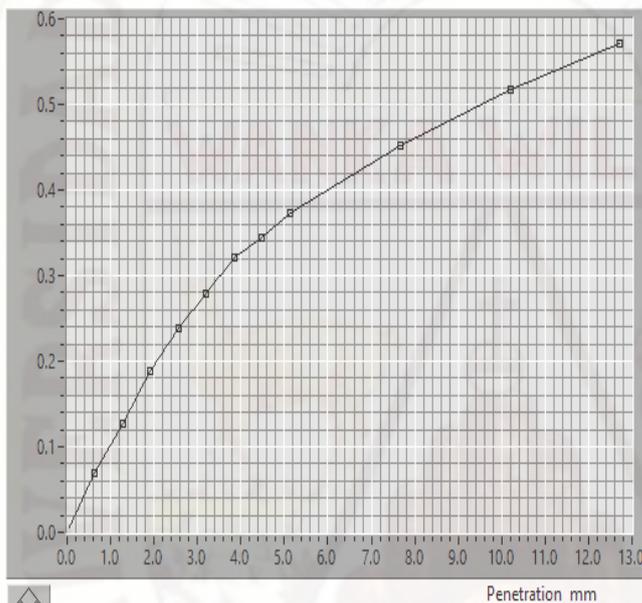


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	06

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	0.2	MPa	0.4	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	3.4	%	3.6	%

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	06

Test Details	
Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-063+800
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details			
Specimen Reference	B	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.000 mm		
Height	116.000 mm		
Dry Density before Soak	1.76 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.76 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.00 %	After Compaction	14.00 %
Top 1" Layer after penetration	20.01 %	Average after soak	20.01 %

Soaking Details	
Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4455.00 g
Soaking Travel	0.400 mm
Swell	0.34 %

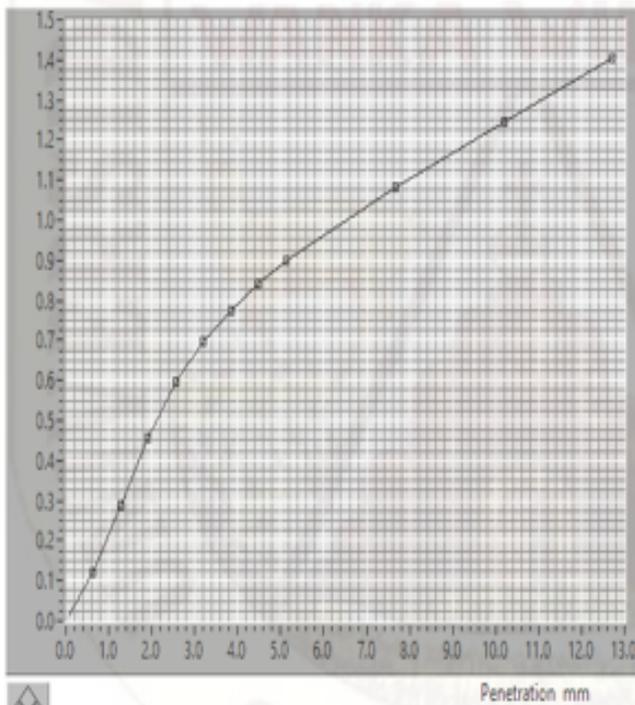
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	06

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 mm	5.08 mm
Stress	0.6 MPa	0.9 MPa
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MPa
CBR	13.5 %	13.5 %

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	06

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-063+800
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	C	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	1.83 kg/m ³	Dry Density after Soak	1.83 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	14.00 %	After Compaction	14.00 %
Top 1" Layer after penetration	18.51 %	Average after soak	18.56 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4603.00 g
Soaking Travel	0.520 mm
Swell	0.45 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

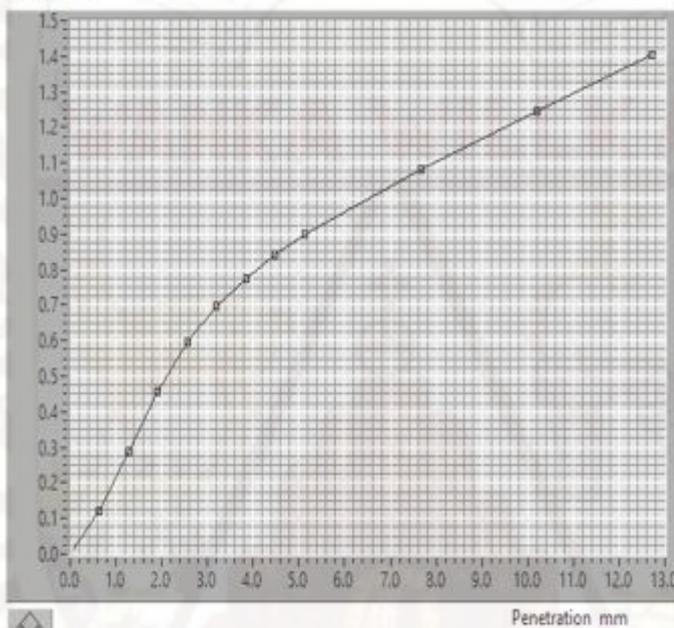


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	06

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	0.6 MPa	0.9 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	25.4 %	25.4 %

CBR-N° 06	PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES	PRESIÓN PATRÓN	DENSIDAD SECA	C.B.R
Molde	(mm)	Por capa	(Mpa)	(gr/cm3)	(%)
I	2.54	12	0.6	1.66	3.4
II	2.54	25	0.6	1.80	13.5
III	2.54	56	0.6	1.94	25.4



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S: 25.4 % C.B.R. Para el 95% de la M.D.S: 16.40%

ZONDEO DEL TRAMO N°06- KM (063+800)



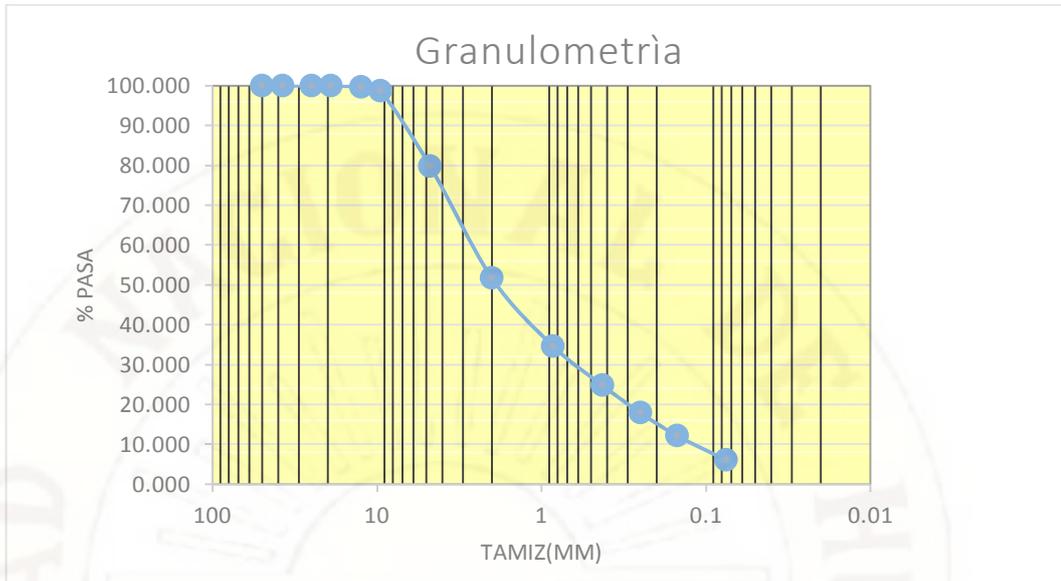
4 pulgadas de carpeta asfáltica.

EXPLORACIÓN DE SUELO TRAMO N°07- KM (062+300)

- Análisis granulométrico por tamizado (Método de AASTHO.)

PESO SECO SIN LAVAR	5440 gr
PESO LAVADO Y SECO	4389 gr
FINOS	1051 gr

TAMIZ	MALLA (mm)	PESO		% ACUMULADO	
		RETENIDO(gr)	(%)PARCIAL	RETENIDO	PASA
3"	76.200	0	0	0.00	100.00
2"	50.000	56	1.03	1.03	98.97
1 1/2"	37.500	198	3.64	4.67	95.33
1"	25.000	371	6.82	11.49	88.51
3/4"	19.000	456	8.39	19.88	80.12
3/8"	9.500	754	13.87	33.74	66.26
1/4"	6.300	379	6.97	40.71	59.29
N°4	4.750	104	1.91	42.63	57.37
N°10	2.000	399	7.34	49.96	50.04
N°40	0.425	810	14.90	64.86	35.14
N°60	0.250	302	5.55	70.41	29.59
N°100	0.150	233	4.28	74.70	25.30
N°200	0.075	236	4.34	79.04	20.96
FONDO	0	89	----		
FINO LAVADO	----	979	20.96	100.00	
TOTAL	----	5500.00	----	----	----
ERROR	----	0.00	----	----	----



Resultados del análisis granulométrico.

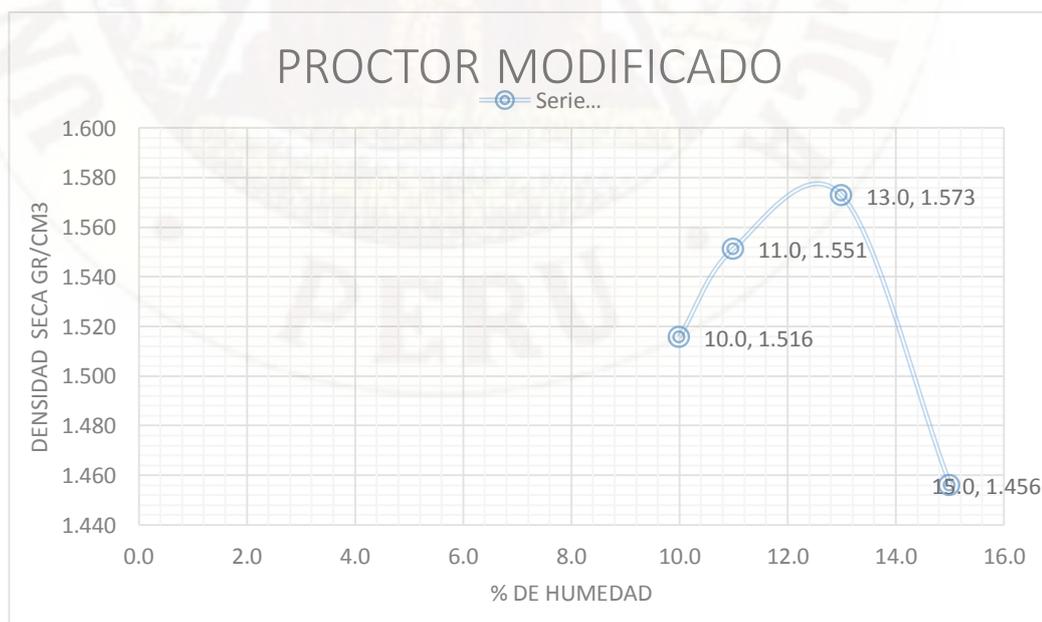
LÍMITE PLÁSTICO	31.34%
LÍMITE LÍQUIDO	32.96%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	1.62%
ÍNDICE DE GRUPO (IG)	1.222

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
M-7	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA	1	2	3	4	5	6
N° DE GOLPES	19	23	27	.....	.....	.....
PESO DE TARA	35.8	36.1	36	36	36	35.9
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	55.8	77.9	68.6	44.6	44.6	43
PESO DE TARA +MUESTRA SECA	49.7	64.8	59.7	43.7	40.2	42.5
PESO DEL AGUA	6.1	13.1	8.9	0.9	4.4	0.5
PESO SUELO SECO	13.9	28.7	23.7	7.7	4.2	6.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	43.88	45.64	37.55	11.69	104.76	7.58

Clasificación según AASHTO el suelo es = A-1-b suelo conformado por arenas.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : PROCTOR MODIFICADO				
PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (GR.)	10653	10824	10748	10786
PESO MOLDE (GR.)	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO (GR.)	4147	4318	4242	4280
VOLUMEN DEL MOLDE (CM ³)	2119.7216	2119.7216	2119.7216	2119.7216
DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM ³)	1.956	2.037	2.001	2.019
HUMEDAD (%)				
TARA N°	3	1	3	3
TARA + SUELO HÚMEDO (GR.)	79.70	78.10	96.00	90.40
TARA + SUELO SECO (GR.)	70.90	69.10	82.70	77.00
PESO DE AGUA (GR.)	8.80	9.00	13.30	13.40
PESO DE TARA (GR.)	35.80	36.00	36.10	36.10
PESO DE SUELO SECO (GR.)	35.10	33.10	46.60	40.90
HUMEDAD (%)	25.1	27.2	28.5	32.8
DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.333	1.354	1.383	1.352
DENSIDAD MÁXIMA SECA=1.566(gr/cm ³)		HUMEDAD OPTIMA (13%)		



ESTUDIO DE C.B.R-N° 07

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	07

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-062+300
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	A	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	1.87 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.01 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	22.00 %	Average after soak	23.54 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	5213.00 g
Soaking Travel	0.320 mm
Swell	0.58 %

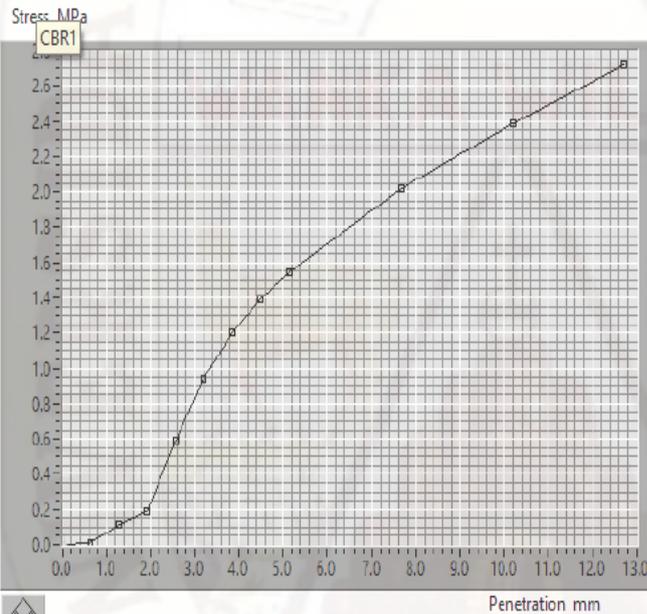
California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huiño	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huiño
Borehole		Sample	07

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54 m	5.00 m
Stress	0.6 MPa	1.5 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	8.3 %	14.9 %

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	07

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-062+300
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	B	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.000 mm		
Height	116.000 mm		
Dry Density before Soak	1.95 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.09kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	20.01 %	Average after soak	20.01 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	5403.00 g
Soaking Travel	2.000 mm
Swell	1.72 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

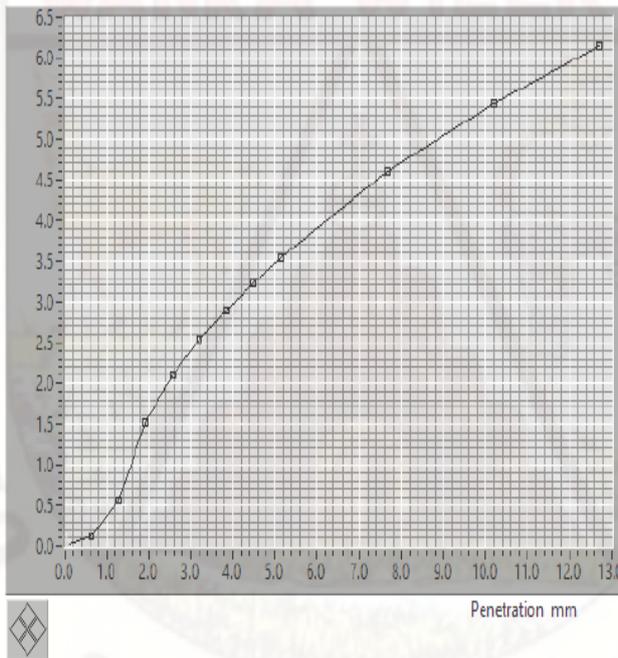


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	07

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	<input type="text" value="2.54"/> m	<input type="text" value="5.08"/> m
Stress	<input type="text" value="2.1"/> MPa	<input type="text" value="3.5"/> MP
Standard Stress	<input type="text" value="6.9"/> MPa	<input type="text" value="10.3"/> MP
CBR	<input type="text" value="30.3"/> %	<input type="text" value="34.2"/> %

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	07

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-062+300
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	C	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	2.02 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.09 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	18.51 %	Average after soak	18.56 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	4603.00 g
Soaking Travel	2.00 mm
Swell	1.72%

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

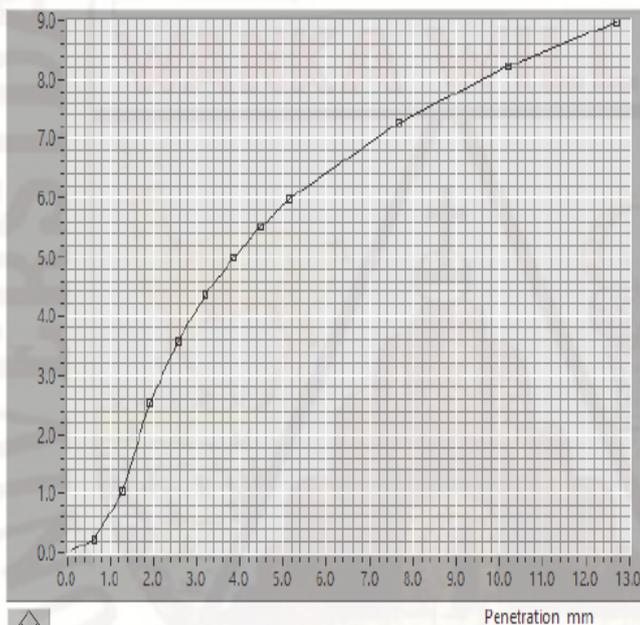


Client	tesis huiicho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huiicho
Borehole		Sample	07

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

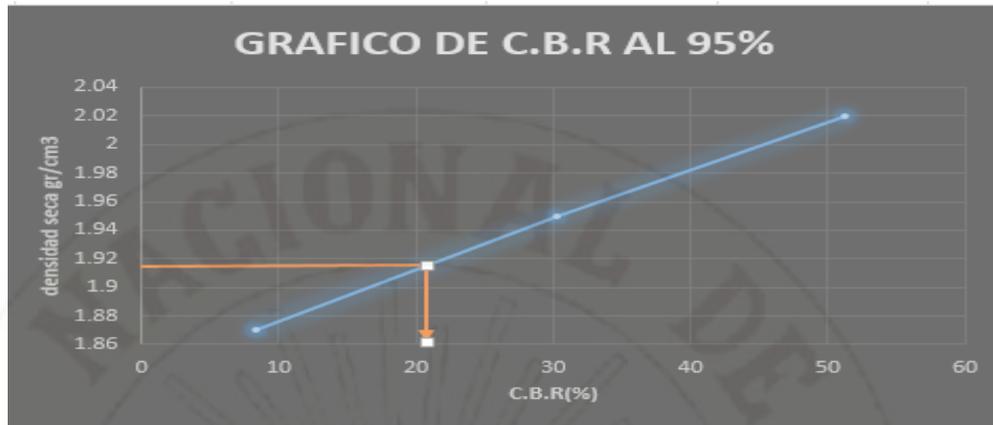
Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 mm	5.08 mm
Stress	3.5 MPa	5.9 MPa
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MPa
CBR	51.3 %	57.6 %

CBR-N° 07	PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLFES	PRESIÓN PATRÓN	DENSIDAD SECA	C.B.R
Molde	(mm)	Por capa	(Mpa)	(gr/cm3)	(%)
I	2.54	12	0.6	1.87	8.30
II	2.54	25	0.6	1.95	30.30
III	2.54	56	0.6	2.02	51.30



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S: 51.30 % C.B.R. Para el 95% de la M.D.S: 20.02%

ZONDEO DEL TRAMO N°07- KM (062+300)

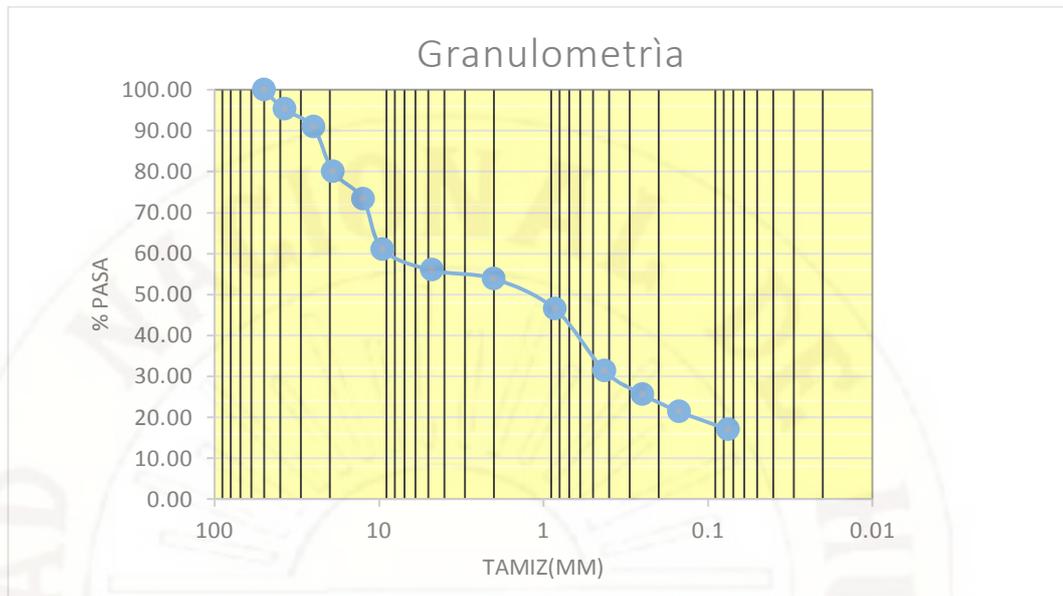


EXPLORACIÓN DE SUELO TRAMO N°08- KM (060+153)

- Análisis granulométrico por tamizado (Método de AASTHO).

PESO SECO SIN LAVAR	5355 gr
PESO LAVADO Y SECO	4510 gr
FINOS	845 gr

TAMIZ	MALLA (mm)	PESO RETENIDO(gr)	(%)PARCIAL	% ACUMULADO	
				RETENIDO	PASA
3"	76.200	0	0	0.00	100.00
2"	50.000	253	4.72	4.72	95.28
1 1/2"	37.500	234	4.37	9.09	90.91
1"	25.000	580	10.83	19.93	80.07
3/4"	19.000	359	6.70	26.63	73.37
3/8"	9.500	657	12.27	38.90	61.10
1/4"	6.300	275	5.14	44.03	55.97
N°4	4.750	110	2.05	46.09	53.91
N°10	2.000	398	7.43	53.52	46.48
N°40	0.425	808	15.09	68.61	31.39
N°60	0.250	308	5.75	74.36	25.64
N°100	0.150	223	4.16	78.52	21.48
N°200	0.075	238	4.44	82.97	17.03
FONDO	0	67	---	100.00	
FINO LAVADO	---	857	17.03		
TOTAL	---	5355.00	---	---	---
ERROR	---	0.00	---	---	---



Resultados del análisis granulométrico

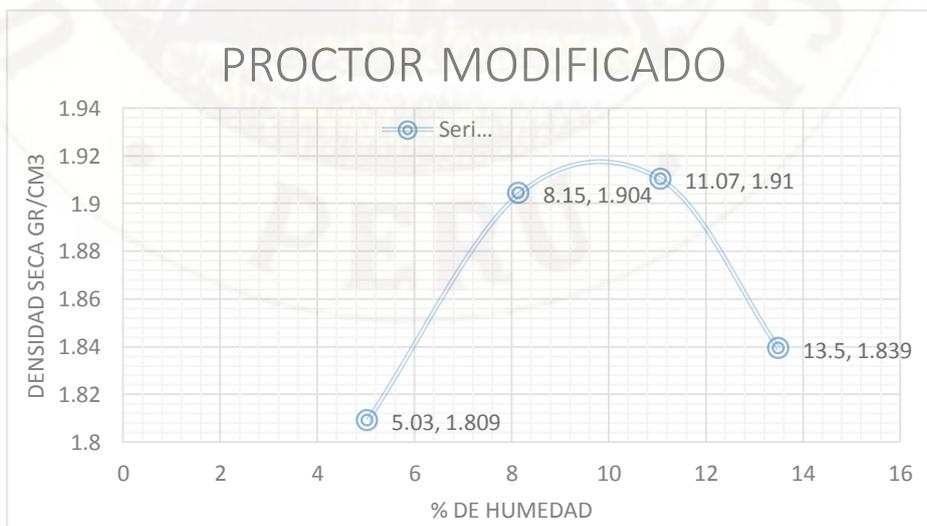
LÍMITE PLÁSTICO	29.04%
LÍMITE LÍQUIDO	31.96%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	2.56%
ÍNDICE DE GRUPO (IG)	1.190

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
M-8	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
TARA	1	2	3	4	5	6
N° DE GOLPES	19	23	27	.....	.....	.....
PESO DE TARA	35.9	35.9	36	35.9	36	36.1
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO	61.1	63.9	60.5	41.3	40.5	41.5
PESO DE TARA + MUESTRA SECA	54.2	56.8	54.3	39.7	39.6	40.6
PESO DEL AGUA	6.9	7.1	6.2	1.6	0.9	0.9
PESO SUELO SECO	18.3	20.9	18.3	3.8	3.6	4.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	37.7	33.97	33.88	42.11	25	20

Clasificación según AASHTO el suelo es = A-1-A suelo conformado por gravas.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN : PROCTOR MODIFICADO				
PRUEBA N° 8	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (GR.)	10320	10654	10785	10714
PESO MOLDE (GR.)	6506	6506	6506	6506
PESO SUELO COMPACTADO (GR.)	4000	4334	4465	4394
VOLUMEN DEL MOLDE (CM ³)	2119.7216	2119.7216	2119.7216	2119.7216
DENSIDAD HÚMEDA (GR/CM ³)	1.900	2.059	2.121	2.087
HUMEDAD (%)				
TARA N°	3	1	3	3
TARA + SUELO HÚMEDO (GR.)	360.00	355.60	351.20	245.00
TARA + SUELO SECO (GR.)	345.30	332.80	321.20	222.00
PESO DE AGUA (GR.)	14.70	22.80	30.00	23.00
PESO DE TARA (GR.)	53.12	52.90	50.12	51.60
PESO DE SUELO SECO (GR.)	292.18	279.90	271.08	170.40
HUMEDAD (%)	5.03	8.15	11.07	13.50
DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.809	1.904	1.910	1.839
DENSIDAD MÁXIMA SECA=1.92(GR/CM ³)		HUMEDAD OPTIMA=10(%)		



ESTUDIO DE C.B.R-N° 08

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	08

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-060+153
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	A	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	1.87 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.01 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	22.00 %	Average after soak	23.54 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	5213.00 g
Soaking Travel	0.320 mm
Swell	0.58 %

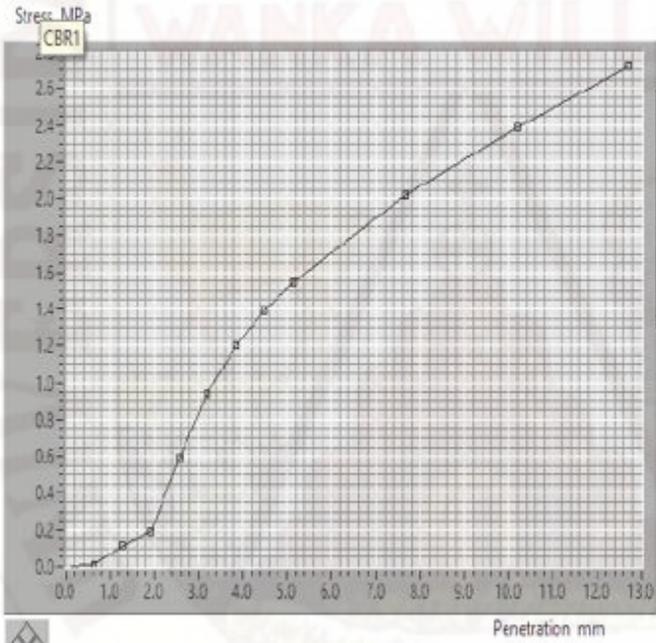
California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huiño	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huiño
Borehole		Sample	08

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-98

Penetration Stage



Penetration	2.54 mm	5.08 mm
Stress	0.6 MPa	1.5 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	9.5 %	14.9 %

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	08

Test Details

Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98
Sample Type	Core sample
Sample Description	
Location	Km-060+153
Variations from Procedure	None

Specimen & Equipment Details

Specimen Reference	B	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.000 mm		
Height	116.000 mm		
Dry Density before Soak	1.95 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.09kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	20.01 %	Average after soak	20.01 %

Soaking Details

Soaking Time	96.00 hrs
Sample Weight after Soaking	5403.00 g
Soaking Travel	2.000 mm
Swell	1.72 %

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

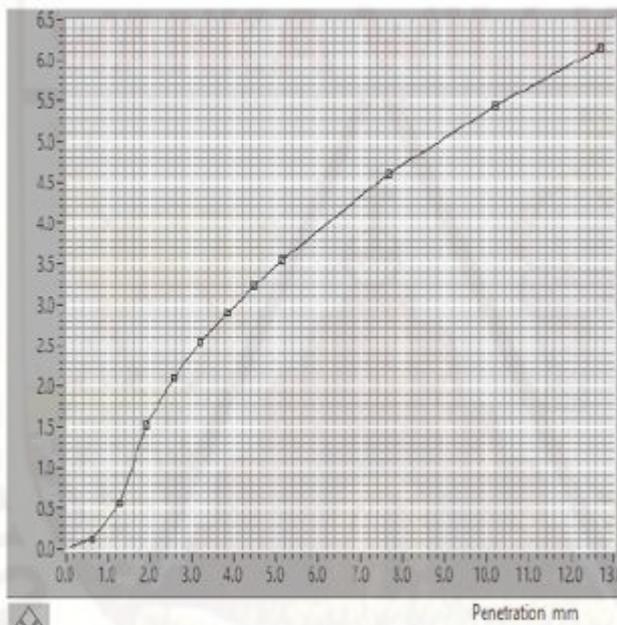


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	08

ASTM-D1683-99 / AASHTO-T193-08

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54	m	5.08	m
Stress	2.1	MPa	3.5	MP
Standard Stress	6.9	MPa	10.3	MP
CBR	28.3	%	30.2	%

California Bearing Ratio of Laboratory
Compacted Soils (CBR)



Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	08

Test Details			
Standard	ASTM D1883-99 / AASHTO T193-98		
Sample Type	Core sample		
Sample Description			
Location	Km-060+153		
Variations from Procedure	None		
Specimen & Equipment Details			
Specimen Reference	C	Method of Sample Preparation	
Diameter	152.300 mm		
Height	116.600 mm		
Dry Density before Soak	2.02 kg/m ³	Dry Density after Soak	2.09 kg/m ³
Surcharge Weight	2500.00 g	Comments	
<u>Moisture Content</u>			
Before Compaction	10.30 %	After Compaction	10.30 %
Top 1" Layer after penetration	18.51 %	Average after soak	18.56 %
Soaking Details			
Soaking Time	96.00 hrs		
Sample Weight after Soaking	4603.00 g		
Soaking Travel	2.00 mm		
Swell	1.72%		

California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils (CBR)

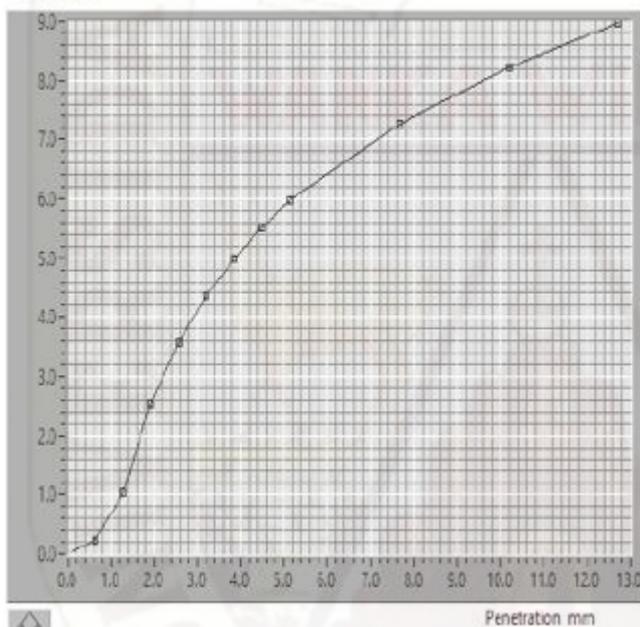


Client	tesis huincho	Lab Ref	
Project	diseño de pavimento flexible	Job	tesis huincho
Borehole		Sample	08

ASTM-D1883-99 / AASHTO-T193-08

Penetration Stage

Stress MPa



Penetration	2.54 m	5.08 m
Stress	3.5 MPa	5.9 MP
Standard Stress	6.9 MPa	10.3 MP
CBR	41.3 %	41.3 %

CBR-N° 8	PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES	PRESIÓN PATRÓN	DENSIDAD SECA	C.B.R
Molde	(mm)	Por capa	(Mpa)	(gr/cm3)	(%)
I	2.54	12	0.6	1.82	8.50
II	2.54	25	0.6	1.92	28.30
III	2.54	56	0.6	2	41.30



C.B.R. Para el 100% de la M.D.S: 41.30 % C.B.R. Para el 95% de la M.D.S: 24.92%

ZONDEO DEL TRAMO N°08 - KM (060+153)

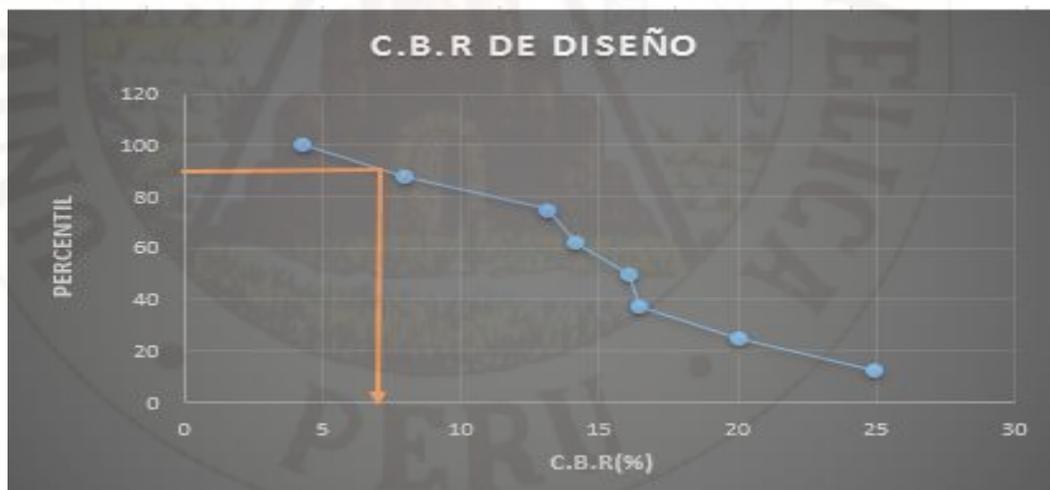


CBR DE DISEÑO PARA UN ESAL DE 7867970.00 EE.

N° C.B.R	Progresiva(Km)	C.B.R (%)	Frecuencia	Percentil	Ordenando C.B.R	Percentil
1	071+900	16.11	1	100	4.30	87.5
2	069+900	14.13	1	87.5	7.2	
3	068+100	13.12	1	75	13.12	
4	066+300	4.30	1	62.5	14.13	
5	065+500	7.20	1	50	16.11	
6	063+800	16.4	1	37.5	16.4	
7	062+300	20.02	1	25	20.02	
8	060+153	24.92	1	12.5	24.92	

Número de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño (N)	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia
$<10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$>10^6$	87.5

FUENTE DE LA GUÍA DE AASTHO.



➤ Por tanto el CBR de diseño es de 7.20 % para el tramo de investigación.

VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Índice medio diario, por tipo de vehículo, según tramos viales año 2006.



ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL, POR TIPO DE VEHÍCULO, SEGÚN TRAMOS VIALES
Año 2006



OGPP-DINV

Tramo		Ruta	IMD	Tipo de Vehículo																			
Inicio	Fin			Auto	SW	PickUp	Panel	Combi	Micro	Bus			Camión			Semi Trailer			Trayler				
										2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1 y 2S2	2S3	3S1 y 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	4T3
SAN MATEO	MOROCCOCHA	R-020	3095	505	238	264	34	36	70	138	284	569	217	104	2	181	30	384	1	0	21	17	0
MOROCCOCHA	LA OROYA	R-020	4022	549	637	397	4	180	23	159	318	634	278	109	9	207	40	432	0	0	26	21	0
CANETE	LUNAHUANA	R-022	713	20	91	40	0	465	14	16	0	62	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LUNAHUANA	PACARAN	R-022	331	84	0	58	0	114	7	20	0	44	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
PACARAN	ZUNIGA	R-022	97	2	9	4	0	48	5	6	0	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZUNIGA	DV. YAUYOS	R-022	35	1	0	7	0	1	0	13	0	7	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
DV. YAUYOS	CHUPACA	R-022	21	6	0	9	0	1	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHUPACA	HUANCAYO	R-022	344	241	0	21	0	13	0	5	0	24	2	1	1	6	2	28	0	0	0	0	0
DV. PISCO	PISCO	R-024	8682	2298	3600	512	88	1194	328	163	9	313	64	7	13	43	42	104	0	0	0	0	0
PTO. SAN JUAN	DV. PTO. SAN JUAN	R-028	383	95	74	53	13	7	3	8	25	17	9	7	3	10	9	24	0	0	4	2	0
PATAHUASI	VISCACHANI	R-028	133	0	1	22	26	12	3	32	0	21	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VISCACHANI	CALLALI	R-028	43	0	0	14	0	0	0	8	0	8	12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CALLALI	NEGRO MAYO	R-028	136	1	5	31	1	14	2	13	0	33	12	5	1	7	0	2	2	0	7	0	0
NEGRO MAYO	YAURI	R-028	165	0	5	14	6	5	4	36	2	21	13	1	1	7	1	46	0	0	0	0	0
YAURI	SANTA LUCÍA	R-028	143	0	15	6	0	30	2	28	0	18	1	0	0	1	0	1	41	0	0	0	0
SANTA LUCÍA	EL DESCANSO	R-028	60	1	4	5	0	5	0	26	0	13	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
DV. CARRASQUILLO (EMP. R01B)	CARRASQUILLO	R-02A	387	95	201	33	2	4	8	36	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARRASQUILLO	BUENOS AIRES	R-02A	387	95	201	33	2	4	8	36	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUENOS AIRES	CANCHAQUE	R-02A	203	25	0	60	0	0	0	20	0	97	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CANCHAQUE	HUANCABAMBA	R-02A	79	1	0	26	0	0	0	9	0	13	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MATARANI	DV. MATARANI	R-030	1007	117	85	88	26	11	7	92	57	95	44	30	35	53	69	157	0	0	9	32	0
HUMAJALSO	LORIPONGO	R-032	123	18	0	13	0	75	3	1	0	9	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
LORIPONGO	PUNO	R-032	188	9	26	18	1	121	2	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DV. ILO	ILO	R-034	612	106	193	49	32	41	5	32	46	37	13	1	3	19	8	23	0	0	1	0	0
TACNA	TARATA	R-038	117	1	25	24	0	0	1	11	0	50	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TARATA	MAZOCRUZ	R-038	6	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IZCUCHACA	HUANCAVELICA	R-03A	275	86	42	36	5	3	0	42	3	44	8	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
HUANCAVELICA	SANTA INES	R-03A	31	0	0	19	0	0	0	6	0	3	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0
SANTA INES	CASTROVIRREYNA	R-03A	10	0	3	0	0	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CASTROVIRREYNA	PAMPANO	R-03A	10	0	3	0	0	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DV. HUARIPAMPA	ORCOTUNA	R-03B	901	65	0	211	0	124	0	33	47	193	35	67	0	101	1	23	0	0	1	0	0
ORCOTUNA	HUANCAYO	R-03B	1749	477	458	157	0	128	83	18	19	174	99	17	0	38	0	80	0	0	1	0	0
MOJÓN	CHIQUIAN	R-03C	50	1	17	7	0	4	10	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Donde: El tramo IZCUCHACA- HUANCAVELICA en el año 2006 dio un estudio de tráfico con índice medio diario (IMD) = 275 veh/día.

MÉTODO RESUMIDO POR EL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

ESAL = 2, 289,418 EE. $S_o = 0.45$ $P_o = 4.0$ $P_t = 2.5$ $Z_r (85\%) = -1.036$

CBR de diseño = 7.2 %

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64} = 2555 * 7.2^{0.64} = 9038$$

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 93

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 93

RESPUESTA	SUB RASANTE	SUB-BASE	BASE
SN	3.649	2.831	2.258
Mr (psi)	-----	17000	30000

RESUMEN DE NÚMEROS ESTRUCTURALES.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	MÓDULO DE RESILENCIA E= MR (PSI)	A	COEFICIENTES DE DRENAJE	NUMERO ESTRUCTURAL SN	NUMERO ESTRUCTURAL SN EN CM
CARPETA ASFÁLTICA	430000	a1=0.425			
BASE	30000	a2=0.138	m2=1.2	SN1=2.258	5.735
SUB-BASE	17000	a3=0.121	m3=1.2	SN2=2.831	7.19
SUBRASANTE	9038			SN3=3.649	9.268

$$SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 m_2 + a_3 x d_3 m_3$$

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 93.

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO (MÉTODO AASTHO 93 requerido)

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2.258 * 2.54}{0.425} = 13.495 \text{ cm}$$

$$D_1^* = 13.5 \text{ cm}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* = 0.425 * 13.5 = 5.737$$

$$SN_1^* \geq SN_1 * 2.54$$

5.7375 ≥ 5.735 Ok cumple los requerimientos de diseño del MTC.

$$D_2^* = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2} = \frac{7.19 - 5.737}{0.138 * 1.2} = 8.776 \text{ cm}$$

$$D_2^* = 9.0 \text{ cm}$$

$$SN_2^* = a_2 D_2^* m_2 = 0.138 * 9.0 * 1.2 = 1.49$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$5.737 + 1.49 \geq 7.19$$

7.228 ≥ 7.19 Ok cumple los requerimientos de diseño del MTC.

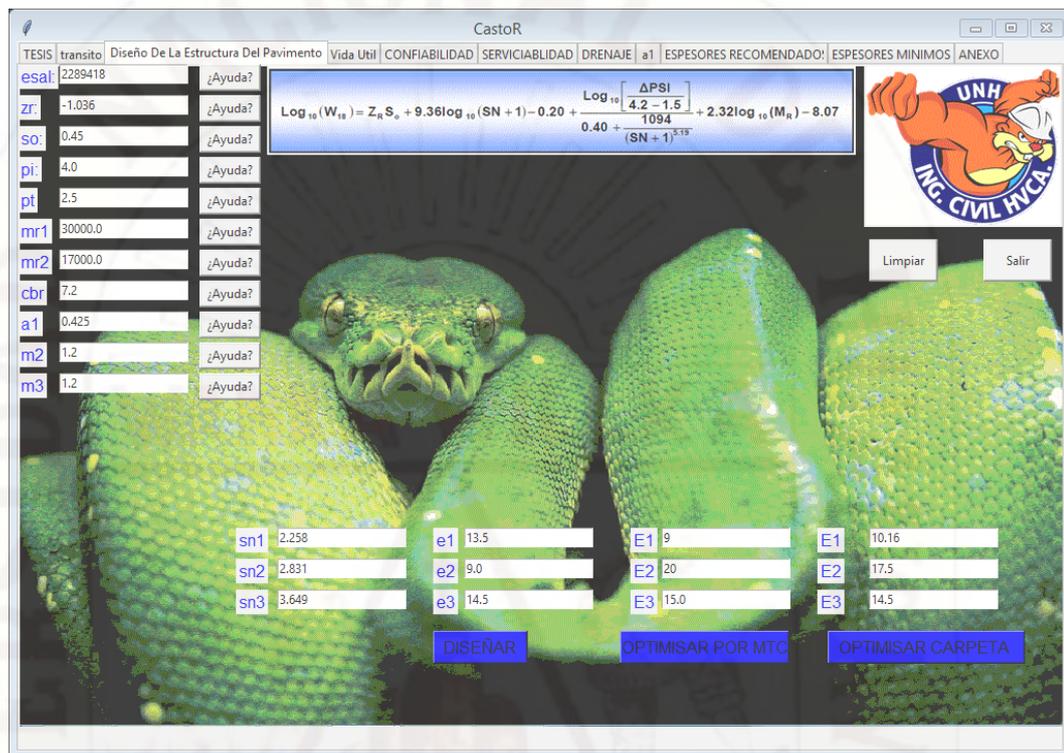
$$D_3^* = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 * m_3} = \frac{9.268 - (5.737 + 1.49)}{0.121 * 1.2} = 14.06 = 14.5 \text{ cm}$$

$$SN_3^* = a_3 D_3^* m_3 = 0.121 * 14.5 * 1.2 = 2.11$$

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* > SN_3$$

$$5.737 + 1.49 + 2.11 > 9.268$$

9.338 > 9.268 Ok cumple los requerimientos de diseño del MTC.



Detalle de cada estructura:

- El diseño que se requiere muestra una estructura de carpeta asfáltica de 13.5 cm, base 9.0 cm y sub-base de 14.5 cm, cumpliendo los requerimientos del AASTHO 93 como el manual de carreteras del MTC.

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* > SN_3$$

$$9.338 > 9.26 \text{ Cumple!!!!}$$

- El diseño que propone el manual de carreteras (MTC) muestra una estructura mínima de carpeta asfáltica de 9.0 cm, base 20 cm y sub-base de 15.0 cm, cumpliendo los requerimientos del AASTHO 93 como el manual de carreteras del MTC.

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* > SN_3$$

$$9.315 > 9.26 \text{ Cumple!!!!}$$

- El diseño encontrado en campo muestra una estructura de carpeta asfáltica de 10.16 cm, base 17.5 cm y sub-base de 14.5.0 cm , cumpliendo los requerimientos del AASTHO 93 como el manual de carreteras del MTC.

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* > SN_3$$

$$9.328 > 9.26 \text{ Cumple!!!!}$$

MODELOS DE FALLAS DE LA ESTRUCTURA ENCONTRADA EN CAMPO PARA VALIDAR.

Datos:

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	MÓDULO DE RESILENCIA E= MR (PSI)	U POISSON	PRESIÓN DE INFLADO	PESO DE VEHÍCULO
CARPETA ASFÁLTICA	430000	0.35		
BASE	30000	0.40	85 PSI	18000 LB
SUB-BASE	17000	0.40		
SUBRASANTE	9038	0.45		

MÉTODO RESUMIDO POR EL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MÉTODO DE AASTHO 93

Factores para determinar la vida útil del pavimento.

FALLA POR AHUELLAMIENTO			
Nd	INSTITUTO DEL ASFALTO	MÉTODO SHELL	UNIVERSIDAD DE NOTTENGHAN
	f4	1.365E-09	6.15E-07	1.13E-06
f5	4.477	4	3.571
FALLA DE FISURAMIENTO POR FATIGA			
Nf	INSTITUTO DEL ASFALTO	MÉTODO SHELL	SI ES < 4 pulgadas
	f1	0.0796	0.0685
	f2	3.291	5.671
	f3	8.54E-01	2.363

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 2002

- Deformaciones en el centro de un área circular (BOUSSINESQ).

$$\varepsilon_r = \frac{(1 + \nu)q}{2E} \left[1 - 2\nu - \frac{2(1 - \nu)z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

Donde:

ε_r = Deformación radial (Tensión).

q = Presión uniforme de la placa o rueda.

z = Distancia bajo la superficie a la cual se miden los esfuerzos.

a = Radio de contacto del área circular cargada (m).

ν = Relación de poisson del asfalto (a dimensional).

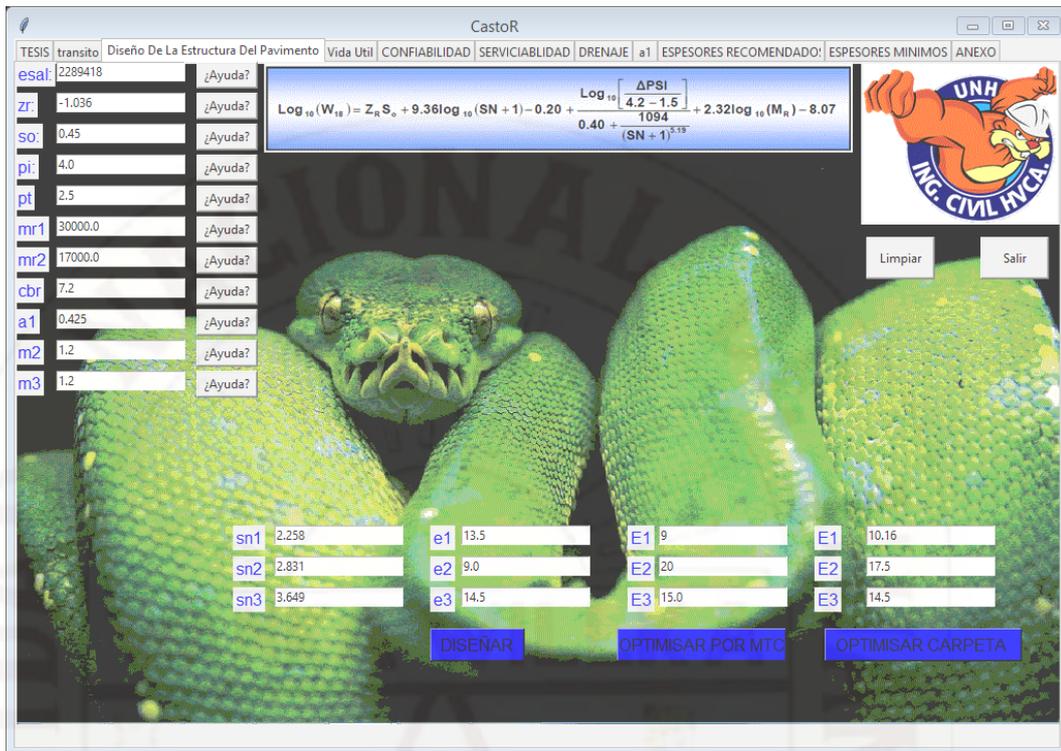
E = Módulo de elasticidad o módulo de resiliencia.

Resolución:

$$a = \sqrt{\frac{p}{q * \pi}} = \sqrt{\frac{18000}{2 * 85 * \pi}} = 5.805 \text{ Pulgadas}$$

ε_r = Deformación radial (Tensión).

$$\varepsilon_r = \frac{(1 + \nu)q}{2E} \left[1 - 2\nu - \frac{2(1 - \nu)z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$



Deformación tangencial para 10.16cm=4 pulgadas de carpeta asfáltica.

FALLA DE FISURAMIENTO POR FATIGA.

$$\epsilon_r = \frac{(1 + 0.35) * 85}{2 * 430000} \left[1 - 2 * 0.35 - \frac{2(1 - 0.35) * 4}{(5.805^2 + 4^2)^{0.5}} + \frac{4^3}{(5.805^2 + 4^2)^{1.5}} \right] = 3.402E - 05$$

FALLA DE FISURAMIENTO POR FATIGA (MÉTODO INSTITUTO DEL ASFALTO).

$$N_f = f_1 * \epsilon_t^{-f_2} * E^{-f_3} = 0.0796 * (3.402E - 05)^{-3.291} * 430000^{-8.54E-1}$$

$N_f = 623,842,503$. Numero de pasadas para 20% de fisuramiento por fatiga.

FALLA DE FISURAMIENTO POR FATIGA (MÉTODO SHELL).

$$N_f = f_1 * \epsilon_t^{-f_2} * E^{-f_3} = 0.0685 * (3.402E - 05)^{-5.671} * 430000^{-2.363}$$

$N_f = 73,026,400,606$ Numero de pasadas para 20% de fisuramiento por fatiga.

FALLA POR AHUELLAMIENTO

MÉTODO DE ODEMARK.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	MÓDULO DE RESILENCIA E= MR (PSI)	U POISSON	DIMENSIONES CM
CARPETA ASFÁLTICA	430000	0.35	10.16
BASE	30000	0.40	17.5
SUB-BASE	17000	0.40	14.5
SUBRASANTE	9038	0.45	

CARPETA ASFALTICA A SUBRASANTE.

$$h_{e1} = h_1 * \sqrt[3]{\frac{E_1(1 - U_2^2)}{E_2(1 - U_1^2)}} = 10.16/2.54 * \sqrt[3]{\frac{430000(1 - 0.45^2)}{9038(1 - 0.35^2)}} = 14.039$$

BASE A SUBRASANTE.

$$h_{e2} = h_1 * \sqrt[3]{\frac{E_1(1 - U_2^2)}{E_2(1 - U_1^2)}} = 17.5/2.54 * \sqrt[3]{\frac{30000(1 - 0.45^2)}{9038(1 - 0.40^2)}} = 10.101$$

SUB-BASE A SUBRASANTE.

$$h_{e3} = h_1 * \sqrt[3]{\frac{E_1(1 - U_2^2)}{E_2(1 - U_1^2)}} = 14.5/2.54 * \sqrt[3]{\frac{17000(1 - 0.45^2)}{9038(1 - 0.40^2)}} = 6.926$$

FACTOR DE CORRECCIÓN.

$$f = 0.96 - 0.176 * \log_{10}\left(\frac{E_3}{E_4}\right) = 0.96 - 0.176 * \log_{10}\left(\frac{17000}{9038}\right) = 0.91170$$

$$h_{eq} = (h_{e1} + h_{e2} + h_{e3}) * f = (14.039 + 10.101 + 6.926) * 0.91170 = 28.323 \text{ pul.}$$

DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN DE LA SUBRASANTE.

ϵ_z = Deformación vertical para una profundidad z.

$$\epsilon_z = \frac{(1 + \nu)q}{E} \left[1 - 2\nu + \frac{2\nu z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} - \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

Dónde: $\nu = 0.45$ $E = 9038 \text{ psi}$ $Z_{eq} = 28.323''$ $q = 85 \text{ psi}$ $a = 5.805''$

$$\epsilon_z = \frac{(1 + 0.45) * 85}{9038} \left[1 - 2 * 0.45 + \frac{2 * 0.45 * 28.323}{(5.805^2 + 28.323^2)^{0.5}} - \frac{28.323^3}{(5.805^2 + 28.323^2)^{1.5}} \right]$$

$$\epsilon_z = 0.000566388.$$

FALLA POR AHUELLAMIENTO (MÉTODO INSTITUTO DEL ASFALTO).

$$N_d = f_4 * \epsilon_t^{-f_5} = 1.365E - 09 * (0.000566388)^{-4.477} = 470,200.0$$

$N_d = 470,200$. Numero de repeticiones de carga permitido para limitar el ahuellamiento de 0.5 pulgadas.

FALLA POR FATIGA (MÉTODO SHELL).

$$N_d = f_4 * \epsilon_t^{-f_5} = 6.15E - 07 * (0.000566388)^{-4.0} = 59,864,466.0$$

$$N_d = 59,864,466.0$$

Numero de repeticiones de carga permitido para limitar el ahuellamiento de 0.5 pulgadas.

FALLA POR FATIGA (MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD NOTTENGHAN).

$$N_d = f_4 * \epsilon_t^{-f_5} = 1.13E - 06 * (0.000566388)^{-3.571} = 445,020.0$$

$$N_d = 445,020.0$$

Numero de repeticiones

- La falla más crítica que encontramos es por ahuellamiento para una carpeta asfáltica de 10.16 cm, base de 17.5 cm y sub-base 14.5 cm por EL INSTITUTO DEL ASFALTO de la estructura encontrada en campo con una vida útil de 470,200 pasadas de vehículos de un eje equivalente (EE).

CastoR

TESIS | tránsito | Diseño De La Estructura Del Pavimento | Vida Útil | CONFIABILIDAD | SERVICIABILIDAD | DRENAJE | a1 | ESPESORES RECOMENDADO | ESPESORES MÍNIMOS | ANEXO

FALLA POR AHUELLAMIENTO

Datos

P 18000.0

q 85

E 430000

Carpeta 10.16

Base 17.5

Sub Base 14.5

FALLA POR FATIGA

instituto 623842503.0

shell 73026400606.0

FALLA POR AHUELLAMIENTO

instituto 470200.0

shell 5986466.0

noterrgan 445020.0

Vida Útil Limpiar Salir



Carpeta	13.5	9	10.16
Base	9.0	20	17.5
Sub Base	14.5	15.0	14.5

REQUERIDO RECOMENDADO ENCONTRADO EN CAMPO

- La falla más crítica que encontramos es por ahuellamiento para una carpeta asfáltica de 13.5 cm, base de 9.0 cm y sub-base 14.5 cm por el INSTITUTO DEL ASFALTO de la estructura que se requiere como mínima dimensiones con una vida útil de 433767 pasadas de vehículos de un eje equivalente (EE).

CastoR

TESIS | transito | Diseño De La Estructura Del Pavimento | Vida Util | CONFIABILIDAD | SERVICIABILIDAD | DRENAJE | a1 | ESPESORES RECOMENDADO | ESPESORES MINIMOS | ANEXO

FALLA POR AHUELLAMIENTO

Datos

P 18000.0

q 85

E 430000

Carpeta 13.5

Base 9

Sub Base 14.5

FALLA POR FATIGA

instituto 516955299.0

shell 52823866749.0

FALLA POR AHUELLAMIENTO

instituto 433767.0

shell 5570277.0

noterrgan 417294.0

Vida Util Limpiair Salir

FALLA POR FATIGA

Carpeta	13.5	9	10.16
Base	9.0	20	17.5
Sub Base	14.5	15.0	14.5
	REQUERIDO	RECOMENDADO	ENCONTRADO EN CAMPO

- La falla más crítica que encontramos es por ahuellamiento para una carpeta asfáltica de 9.0 cm, base de 20.0 cm y sub-base 15.0 cm por el INSTITUTO DEL ASFALTO de la estructura que recomienda como mínima el manual de carreteras del MTC dimensiones con una vida útil de 479514 pasadas de vehículos de un eje equivalente(EE).

CastoR

TESIS | transito | Diseño De La Estructura Del Pavimento | Vida Util | CONFIABILIDAD | SERVICIABILIDAD | DRENAJE | a1 | ESPESORES RECOMENDADO | ESPESORES MINIMOS | ANEXO

FALLA POR AHUELLAMIENTO

Datos

P: 18000.0
 Q: 85
 E: 430000
 Carpeta: 9
 Base: 20
 Sub Base: 15

FALLA POR FATIGA

instituto: 805738881.0
 shell: 113490379736.0

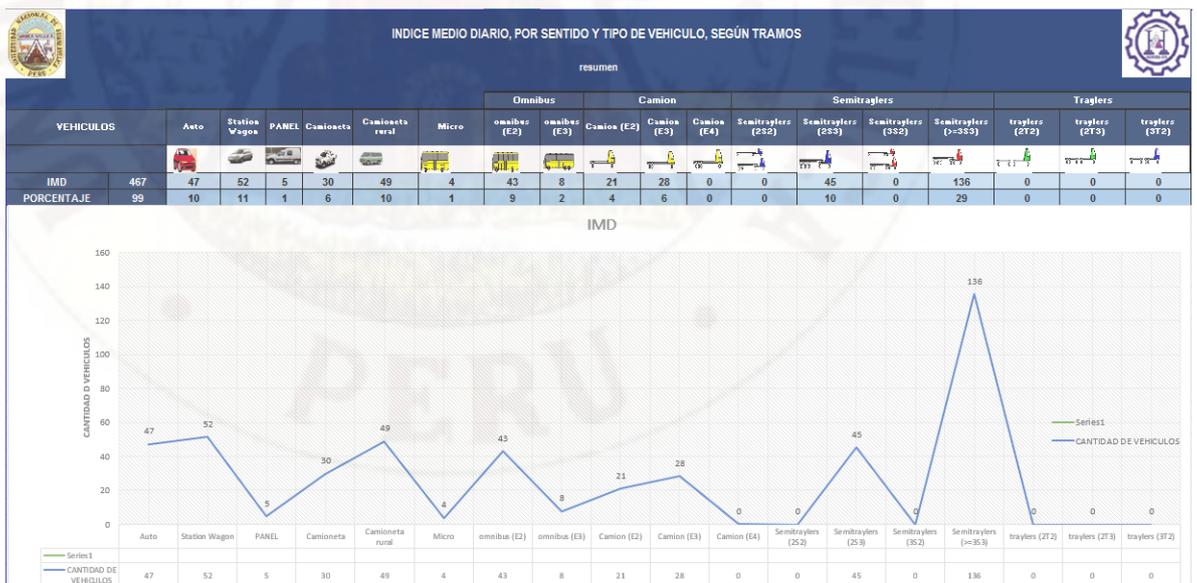
FALLA POR AHUELLAMIENTO

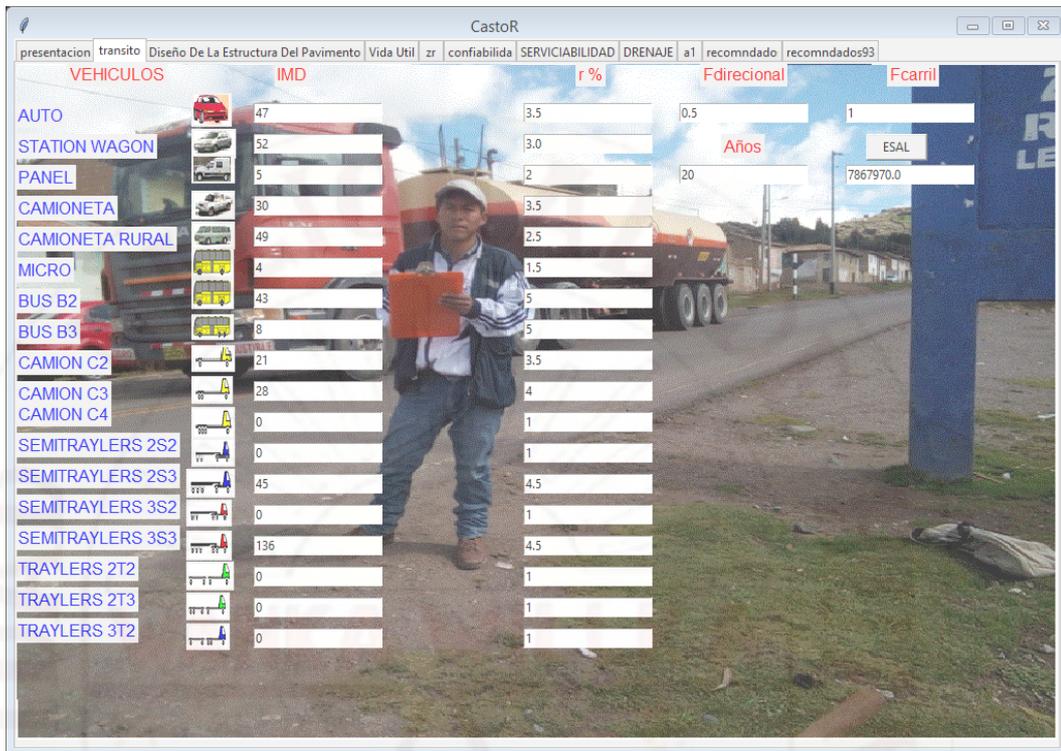
instituto: 479514.0
 shell: 6092304.0
 noterrgan: 452037.0

Vida Util Limpia Salir

Carpeta	13.5	9	10.16
Base	9.0	20	17.5
Sub Base	14.5	15.0	14.5
	REQUERIDO	RECOMENDADO	ENCONTRADO EN CAMPO

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO NUEVO 2017-2037 MÉTODO RESUMIDO POR EL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.





ESAL = 7867970 EE. $S_o = 0.45$ $P_o = 4.0$ $P_t = 2.5$ $Z_r (90\%) = -1.282$

CBR de diseño = 7.2%

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64} = 2555 * 7.2^{0.64} = 9038$$

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 93.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 93

RESPUESTA	SUB RASANTE	SUB-BASE	BASE
SN	4.652	3.664	2.917
MR (PSI)	-----	17000	30000

RESUMEN DE NÚMEROS ESTRUCTURALES.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	MÓDULO DE RESILENCIA E= MR (PSI)	A	COEFICIENTES DE DRENAJE	NUMERO ESTRUCTURAL SN	NUMERO ESTRUCTURAL SN EN CM
CARPETA ASFÁLTICA	430000	a1=0.425			
BASE	30000	a2=0.138	m2=1.2	SN1=2.917	7.409
SUB-BASE	17000	a3=0.121	m3=1.2	SN2=3.664	9.307
SUBRASANTE	9038			SN3=4.652	11.816

$$SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 m_2 + a_3 x d_3 m_3$$

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 93

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO (MÉTODO AASTHO 93).

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2.917 * 2.54}{0.425} = 17.4345 \text{ cm}$$

$$D_1^* = 17.5 \text{ cm}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* = 0.425 * 17.5 = 7.438$$

$$SN_1^* \geq SN_1 * 2.54$$

7.438 \geq 7.409 Ok cumple los requerimientos de diseño del MTC.

$$D_2^* = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2} = \frac{9.307 - 7.438}{0.138 * 1.2} = 11.286 \text{ cm}$$

$$D_2^* = 11.5 \text{ cm}$$

$$SN_2^* = a_2 D_2^* m_2 = 0.138 * 11.5 * 1.2 = 1.904$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$7.438 + 1.904 \geq 9.307$$

9.342 \geq 9.307 Ok cumple los requerimientos de diseño del MTC.

$$D_3^* = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 * m_3} = \frac{11.816 - (7.438 + 1.904)}{0.121 * 1.2} = 17.039 \text{ cm}$$

$$SN_3^* = a_3 D_3^* m_3 = 0.121 * 17.039 * 1.2 = 2.474$$

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* > SN_3$$

$$7.438 + 1.904 + 2.474 > 11.816$$

11.8163 > 11.816 Ok cumple los requerimientos de diseño del MTC.

MODELOS DE FALLA

Datos:

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	MÓDULO DE RESILENCIA E= MR (PSI)	U POISSON	PRESIÓN DE INFLADO	PESO DE VEHÍCULO
CARPETA ASFÁLTICA	430000	0.35		
BASE	30000	0.40	85 psi	18000 lb
SUB-BASE	17000	0.40		
SUBRASANTE	9038	0.45		

MÉTODO RESUMIDO POR EL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES CON MÉTODO AASTHO 93.

Factores para determinar la vida útil del pavimento.

Nd	FALLA POR AHUELLAMIENTO			
	INSTITUTO DEL ASFALTO	MÉTODO SHELL	UNIVERSIDAD DE NOTTINGHAM	
	f4	1.365E-09	6.15E-07	1.13E-06
f5	4.477	4	3.571	
Nf	FALLA DE FISURAMIENTO POR FATIGA			
	INSTITUTO DEL ASFALTO	MÉTODO SHELL	SI ES < 4 pulgadas	
	f1	0.0796	0.0685	0.0636
	f2	3.291	5.671	
f3	8.54E-01	2.363		

FUENTE DE LA GUÍA AASTHO 2002

- Deformaciones en el centro de un área circular (BOUSSINESQ)

$$\varepsilon_r = \frac{(1 + \nu)q}{2E} \left[1 - 2\nu - \frac{2(1 - \nu)z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

Donde:

ε_r = Deformación radial (Tensión).

q = Presión uniforme de la placa o rueda.

z = Distancia bajo la superficie a la cual se miden los esfuerzos.

a = Radio de contacto del área circular cargada (m).

ν = Relación de poisson del asfalto (a dimensional).

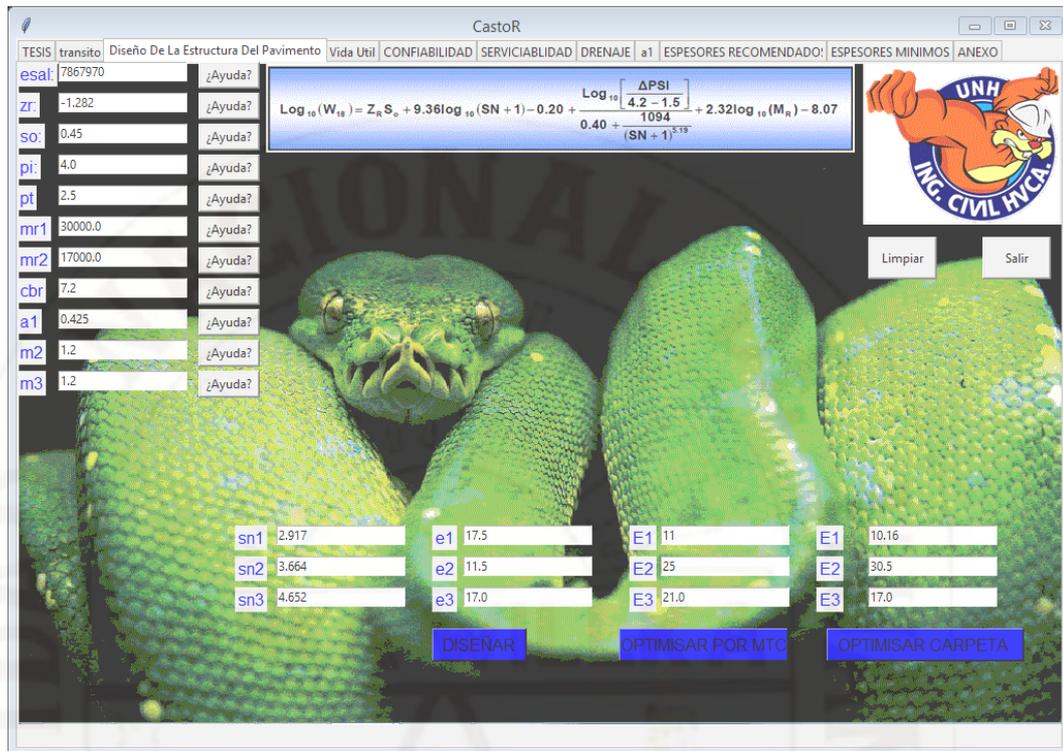
E = Modulo de elasticidad o modulo de resiliencia.

Resolución:

$$a = \sqrt{\frac{p}{q * \pi}} = \sqrt{\frac{18000}{2 * 85 * \pi}} = 5.805 \text{ pulgadas}$$

ε_r = Deformación radial (Tensión).

$$\varepsilon_r = \frac{(1 + \nu)q}{2E} \left[1 - 2\nu - \frac{2(1 - \nu)z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} + \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$



Deformación tangencial para 17.5 cm =7 pulgadas de carpeta asfáltica.

FALLA DE FISURAMIENTO POR FATIGA.

$$\epsilon_r = \frac{(1 + 0.35) * 85}{2 * 430000} \left[1 - 2 * 0.35 - \frac{2(1 - 0.35) * 17.5/2.54}{(5.805^2 + (17.5/2.54)^2)^{0.5}} + \frac{(17.5/2.54)^3}{(5.805^2 + (17.5/2.54)^2)^{1.5}} \right] = 3.295E - 05$$

FALLA DE FISURAMIENTO POR FATIGA (MÉTODO INSTITUTO DEL ASFALTO)

$$N_f = f_1 * \epsilon_t^{-f_2} * E^{-f_3} = 0.0796 * (3.2954E - 05)^{-3.291} * 430000^{-8.54E-1}$$

$N_f = 693, 130343$. Numero de pasadas para 20% de fisuramiento por fatiga.

FALLA DE FISURAMIENTO POR FATIGA (MÉTODO SHELL).

$$N_f = f_1 * \epsilon_t^{-f_2} * E^{-f_3} = 0.0685 * (3.295E - 05)^{-5.671} * 430000^{-2.363}$$

$N_f = 87558490889$ Numero de pasadas para 20% de fisura miento por fatiga.

FALLA POR AHUELLAMIENTO

METODO DE ODEMARK

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	MÓDULO DE RESILENCIA E= MR (PSI)	U POISSON	DIMENSIONES CM
CARPETA ASFÁLTICA	430000	0.35	17.5
BASE	30000	0.40	11.5
SUB-BASE	17000	0.40	17
SUBRASANTE	9038	0.45	

CARPETA ASFALTICA A SUBRASANTE

$$h_{e1} = h_1 * \sqrt[3]{\frac{E_1(1 - U_2^2)}{E_2(1 - U_1^2)}} = 17.5/2.54 * \sqrt[3]{\frac{430000(1 - 0.45^2)}{9038(1 - 0.35^2)}} = 24.182$$

BASE A SUBRASANTE

$$h_{e2} = h_1 * \sqrt[3]{\frac{E_1(1 - U_2^2)}{E_2(1 - U_1^2)}} = 11.5/2.54 * \sqrt[3]{\frac{30000(1 - 0.45^2)}{9038(1 - 0.40^2)}} = 6.637$$

SUB-BASE A SUBRASANTE

$$h_{e3} = h_1 * \sqrt[3]{\frac{E_1(1 - U_2^2)}{E_2(1 - U_1^2)}} = 17/2.54 * \sqrt[3]{\frac{17000(1 - 0.45^2)}{9038(1 - 0.40^2)}} = 8.120$$

FACTOR DE CORRECCIÓN

$$f = 0.96 - 0.176 * \log_{10}\left(\frac{E_3}{E_4}\right) = 0.96 - 0.176 * \log_{10}\left(\frac{17000}{9038}\right) = 0.91170$$

$$h_{eq} = (h_{e1} + h_{e2} + h_{e3}) * f = (24.18 + 6.64 + 8.12) * 0.91170 = 35.50 \text{ pul.}$$

DEFORMACIÓN POR COMPRESIÓN DE LA SUBRASANTE.

ϵ_z = Deformación vertical para una profundidad z.

$$\epsilon_z = \frac{(1 + \nu)q}{E} \left[1 - 2\nu + \frac{2\nu z}{(a^2 + z^2)^{0.5}} - \frac{z^3}{(a^2 + z^2)^{1.5}} \right]$$

Dónde: $u = 0.45$ $E = 9038$ psi $Z_{eq} = 35.50''$ $q = 85$ psi $a = 5.805''$

$$\epsilon_z = \frac{(1 + 0.45) * 85}{9038} \left[1 - 2 * 0.45 + \frac{2 * 0.45 * 35.50}{(5.805^2 + 35.5^2)^{0.5}} - \frac{35.5^3}{(5.805^2 + 35.5^2)^{1.5}} \right]$$

$$\epsilon_z = 0.000368374.$$

FALLA POR AHUELLAMIENTO (MÉTODO INSTITUTO DEL ASFALTO).

$$N_d = f_4 * \epsilon_t^{-f_5} = 1.365E - 09 * (0.000368374)^{-4.477} = 3,220,517.0$$

$N_d = 3,220,517$ Numero de repeticiones de carga permitido para limitar el ahuellamiento de 0.5 pulgadas.

FALLA POR FATIGA (MÉTODO SHELL.)

$$N_d = f_4 * \epsilon_t^{-f_5} = 6.15E - 07 * (0.000368374)^{-4.0} = 33,402,621$$

$N_d = 33,402,621$ Numero de repeticiones de carga permitido para limitar el ahuellamiento de 0.5 pulgadas.

FALLA POR FATIGA (MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD NOTTENGHAN)

$$N_d = f_4 * \epsilon_t^{-f_5} = 1.13E - 06 * (0.000368374)^{-3.571} = 2,064,977.0$$

$$N_d = 2,064,977.0$$
 Numero de repeticiones

- La falla más crítica que encontramos es por ahuellamiento para una carpeta asfáltica de 17.5 cm, base de 11.5 cm y sub-base 17.0 cm por el INSTITUTO DEL ASFALTO de la estructura que se requiere como mínima dimensiones con una vida útil de 3, 220,517.0 pasadas de vehículos de un eje equivalente.

CastoR

TESIS | transito | Diseño De La Estructura Del Pavimento | Vida Util | CONFIABILIDAD | SERVICIABILIDAD | DRENAJE | a1 | ESPESORES RECOMENDADO | ESPESORES MINIMOS | ANEXO

FALLA POR AHUELLAMIENTO

Datos

P: 18000.0
q: 85
E: 430000
Carpeta: 17.5
Base: 11.5
Sub Base: 17

FALLA POR FATIGA

instituto: 693130343.0
shell: 87558490889.0

FALLA POR AHUELLAMIENTO

instituto: 3220517.0
shell: 33402621.0
noterrgan: 2064977.0

Vida Util Limpiar Salir

Carpeta	17.5	11	10.16
Base	11.5	25	30.5
Sub Base	17.0	21.0	17.0
	REQUERIDO	RECOMENDADO	ENCONTRADO EN CAMPO

- La falla más crítica que encontramos es por ahuellamiento para una carpeta asfáltica de 11.0 cm, base de 25.0 cm y sub-base 21.0 cm por el INSTITUTO DEL ASFALTO de la estructura que recomienda como mínima el manual de carreteras del MTC dimensiones con una vida útil de 3,772,839 pasadas de vehículos de un eje equivalente(EE).

CastoR

TESIS | transito | Diseño De La Estructura Del Pavimento | Vida Util | CONFIABILIDAD | SERVICIABILIDAD | DRENAJE | a1 | ESPESORES RECOMENDADO | ESPESORES MINIMOS | ANEXO

FALLA POR AHUELLAMIENTO

Datos

P 18000.0
q 85
E 430000
Carpeta 11
Base 25
Sub Base 21

FALLA POR FATIGA

instituto 559359179.0
shell 60510145048.0

FALLA POR AHUELLAMIENTO

instituto 3772839.0
shell 38476813.0
noterrgan 2342862.0

Vida Util Limpiair Salir

Carpeta	17.5	11	10.16
Base	11.5	25	30.5
Sub Base	17.0	21.0	17.0
	REQUERIDO	RECOMENDADO	ENCONTRADO EN CAMPO

- La falla más crítica que encontramos es por ahuellamiento para una carpeta asfáltica de 10.16 cm, base de 30.5 cm y sub-base 17.0 cm por el INSTITUTO DEL ASFALTO de la estructura propuesta por los tesisistas dandonos una vida útil de 3,860,083.0 pasadas de vehículos de un eje equivalente (EE).

CastoR

TESIS | transito | Diseño De La Estructura Del Pavimento | Vida Util | CONFIABILIDAD | SERVICIABILIDAD | DRENAJE | a1 | ESPESORES RECOMENDADO | ESPESORES MINIMOS | ANEXO

FALLA POR AHUELLAMIENTO

Datos

P 18000.0
q 85
E 430000
Carpeta 10.16
Base 30.5
Sub Base 17

FALLA POR FATIGA

instituto 623842503.0
shell 73026400606.0

FALLA POR AHUELLAMIENTO

instituto 3860083.0
shell 39270794.0
noterrgan 2385975.0

Vida Util Limpiair Salir

Carpeta	17.5	11	10.16
Base	11.5	25	30.5
Sub Base	17.0	21.0	17.0
	REQUERIDO	RECOMENDADO	ENCONTRADO EN CAMPO

INFLUENCIAS DE LOS PARÁMETROS ESTUDIADOS

<p>Encontramos una carpeta de 4" en campo para un ESAL de 2 ,289 ,418 (EE) y comparando con el diseño actual requiere 7" para un ESAL 7, 867,970 ejes equivalentes de 8.2 tn.</p>	<p>A mayor ESAL la estructura del pavimento incrementará.</p> <p>En el diseño del 2006 se requiere una estructura de 42.16 cm y en el diseño del 2017 se requiere 46 cm de estructura del pavimento asfáltico.</p>
<p>El CBR de diseño encontrado es de 7.20% del tramo SANTA ROSA – SACHAPITE.</p>	<p>A menor CBR de diseño aumenta la estructura de la sub-base.</p> <p>Y a mayor CBR de diseño disminuye la estructura de la sub-base.</p>
<p>La vida útil que tiene el diseño del 2006 con 4" de carpeta asfáltica es 2 ,289 ,418 ejes equivalentes y del 2017 es de 7" de carpeta asfáltica con 7, 867,970.0 ejes equivalentes (EE).</p>	<p>Influye directamente a la carpeta asfáltica porque a mayor carpeta asfáltica la vida útil tiende a incrementarse significativamente.</p> <p>Del 2006 tuvo una vida útil de 5 años y del 2017 unos 11 años aproximadamente. Esto se mide por los ejes equivalentes determinados por el INSTITUTO DEL ASFALTO comparando su respectivo ESAL.</p>

4.2 DISCUSIÓN.

- Esta investigación tuvo como propósito identificar y cuantificar para ver la influencia que tienen los diferentes parámetros de diseño hacia el pavimento flexible y así poder determinar la vida útil que tendrá la vía en estudio. Sobre todo se tomo en cuenta una evaluación al pavimento actual debido a la estructura encontrada como sus deterioros, con el diseño del año 2017 para de esa manera determinar la influencia de los parámetros. Además, se identificaron aquellos parámetros de diseño más influyentes en el diseño del pavimento flexible actual en HUANCVELICA en la tramo SANTA ROSA - SACHAPITE. A continuación, se estarán discutiendo los principales hallazgos de esta investigación.
- De los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir que el IMD se incremento de 275 veh/día en el año 2006 a 467 veh/día actualmente 2017, esto amerita que la demanda vehicular se ha incrementado fuertemente y por tanto se debe tener muy en cuenta, ya que el espesor de la estructura del pavimento se debe modificar más aún en la carpeta asfáltica y optimizar las otras estructuras afines de que disminuya la carpeta y las otras compensen para una cumplir los requerimientos de diseño estructural.
- De acuerdo a su clasificación es una carretera de segunda clase con índice medio diario anual (IMDA) de 812 veh/ día, nos deja en un rango anual 2000 a 401 veh/día por tanto nos permite realizar cada 1.5 km un CBR por el MANUAL DE CARRETERAS DE SUELO, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.
- También se obtuvo un resultado del parámetro suelo que fue de un CBR de diseño de 7.2%, según el manual de carreteras MTC lo cataloga como un suelo de subrasante regular.
- El CBR más critico hallado es en ANTACCOCHA en la progresiva Km 066+300 fue de CBR de 4.3 % con una longitud de 120 metros, por tanto no influye en el diseño ya que, el tramo en estudio es de 12 Km, además se diseña para el pavimento flexible con un CBR de diseño de todo el tramo, es como un promedio bajo percentiles según el trafico como no existe repeticiones de CBR similares la frecuencia es solo uno y siempre será el mismo.

- Sea la estructura diseñada, en la falla geología siempre presentara problemas de asentamientos, expansión y más aún desplazamientos ya que en esta progresiva Km 066+300 podría existir el fenómeno de dinámica de suelos esto amerita una mayor investigación solo en dinámicas de suelos subterráneos para nuevas investigaciones en la zona de ANTACOCCHA.
- Un resultado muy evidente es que la carpeta asfáltica que se encontró es de 4 pulgadas equivalentes a 10.16cm en toda la vía de estudio, pues con el resultado se demuestra que debió usarse 7 pulgadas equivalentes a 17.5 cm de carpeta asfáltica para el 2017.
- También con una carpeta de 7 pulgadas de espesor (diseño del 2017 hasta 2037), se podría evitar esa fallas por agrietamiento que encontramos en más de un 20 % de la calzada pues está con 4 pulgadas.
- Del análisis de los resultados de este estudio se puede afirmar que la vía SANTA ROSA - SACHAPITE (2017 a 2037), fallara en 11 años en toda la vía en más de un 20 % en su agrietamiento y un ahuellamiento mayor de 0.5 pulgadas. Si fue posible comparar estos resultados con el MANUAL DE MTC para poder validar mis resultados a base de espesores mínimos en el mismo tramo de estudio. Sin embargo, se puede aplicar el método a cualquier vía de pavimento flexible.
- Por otro lado, si comparamos los resultados con el MANUAL DE MTC ellos sugieren para el diseño 2017, una carpeta asfáltica de 11cm y con una base de 25 cm y sub-base de 21 cm para un IMD de 468 veh/día, por tanto refutamos este diseño ya que se debe diseñar con los datos de la zona porque existe fuerte desviación a la hora de trabajar con el manual y nosotros encontramos un CBR de 7.2 % y se debe diseñar con el CBR de diseño encontrado, solo el manual es referencial por tanto optamos por el diseño que requiere la zona de estudio, salvo se tomaría espesores mínimos propuestos por el MANUAL DEL MTC pero estas no compensan todas sus estructuras y no contemplan la vida útil del los pavimentos ya que los rangos son muy desviados.
- Por otro lado, de estos resultados se desprende información que puede ser de utilidad para las instituciones como MANUAL DEL MTC, de tal modo que

puedan promover el mejoramiento o intervención en el periodo requerido para una mejor serviciabilidad de esta vía.



CONCLUSIONES

- Se encontró con IMD 467 veh/día por tanto influye directamente ya que el diseño de la vía en estudio era en el año 2006 con un IMD de 275 veh/día por tanto cambia mucho en cuestiones de diseño al tomar coeficientes y valores de diseño de la carpeta asfáltica y los estudios específicos para el MANUAL DE CARRETERAS DE SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS como también al usar las metodologías del AASTHO 93.
- Según los estudios encontrados en la zona hallamos un ESAL de 2, 289,418 de ejes equivalentes para el 2006 y se encontró el espesor la carpeta asfáltica con 4 pulgadas. Y actualmente para el 2017 la carpeta asfáltica debe ser de 7 pulgadas con un ESAL de 7, 867,970 de ejes equivalentes (EE).Entonces decimos que a mayor ESAL aumenta la carpeta asfáltica requerida y menor ESAL disminuye la carpeta asfáltica, de esa manera la estructura trabaja en optimas condiciones.
- El CBR influye directamente porque al diseñar en el pavimento flexible se encontró un CBR de diseño 7.2 % para ambos diseños hecho del 2006 y del 2017, ya que por ser el mismo suelo es recomendar a trabajar con el mismo CBR de la subrasante si fuera menor se optaría por estabilizaciones u otros métodos.
- Optimizando la carpeta asfáltica con 4 pulgadas la base se incrementa de 11.5 cm a 30.5 cm, conservando un espesor de la sub-base con 17 cm y con una vida útil de 3860083.0 falla por ahuellamiento por el INSTITUTO DEL ASFALTO.
- El ESAL que muestra nuestros resultados es de 7, 867,970.0 por tanto el ahuellamiento surgirá cuando pasen 3, 300,990.0 ejes equivalentes por ahuellamiento de 0.5 pulgadas por el INSTITUTO DEL ASFALTO.
- El ESAL que muestra nuestros resultados es de 7, 867,970.0 por tanto en el agrietamiento surgirá cuando pasen 715, 026,007.0 por el INSTITUTO DEL ASFALTO.

- El CBR de 7.2 % no influye en la carpeta asfáltica más que en la sub-base y por tanto, decimos que a mayor CBR disminuye el espesor de sub-base y a menor CBR se tendrá que incrementar la sub-base.



RECOMENDACIONES

- En el estudio de suelos tener muy en cuenta los CBR críticos menores a 3% y proponer otras alternativas de estabilización de la subrasante.
- Es necesario que se continúe investigando sobre esta metodología pero aplicado a otros lugares de pavimento flexible como LIRCAY-HUANCAVELICA para difundir el modelo de falla y así evitar fallas inesperadas en el periodo de diseño.
- El MANUAL DE CARRETERAS DEL MTC debería incluir la metodología del modelo de falla al diseñar pavimentos flexibles, porque no está considerando el modelo de falla, solo hace uso de pruebas empíricas del HUANG de ESTADOS UNIDOS del AASTHO 93.
- Es de necesidad que se realice más de esta investigación con la metodología del modelo de falla del INSTITUTO DEL ASFALTO pero aplicados a pavimentos rígidos.
- Tener muy en cuenta en los estudios tráfico, los flujos vehiculares inesperados ya que los pavimentos están diseñados para un ESAL (ejes equivalentes) determinado, es por eso que pueden dañar la carpeta de rodadura con un incremento del flujo vehicular.
- Implementar laboratorios de pavimentos para obtener parámetros reales de zonas del territorio peruano.
- Evaluar las vías por la metodología del INSTITUTO DEL ASFALTO mediante el modelo de falla para encontrar el mejor momento para su restauración y siga manteniendo su periodo de diseño.
- Es necesario que investigadores de las vías cuenten con instrumentos técnicos científicos y no perceptibles a la visión para poder intervenir las vías.
- Tener en cuenta otros parámetros de diseño como proceso constructivo, factores climáticos, calidad de materiales ya que por esos procesos presentan muchas fallas inesperadas en pleno proceso constructivo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

AYALA, E. (2014) "Metodología del AASTHO en pavimentos" PERÚ.

SAMPIERI, H. (2010) "Metodología de la investigación", MÉXICO.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC), (2014) "Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos" PERÚ.

HUANG, Y.H. (2004). "Pavement analysis and design".U.S.A: ED SECOND. UNIVERSITY OF KENTUCKI.

BENDEZU, J. (2014) "Esfuerzos y deformaciones métodos mecanísticos" PERÚ.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE (SCTIMT), (2004) "conceptos mecanísticos en pavimentos" MÉXICO.

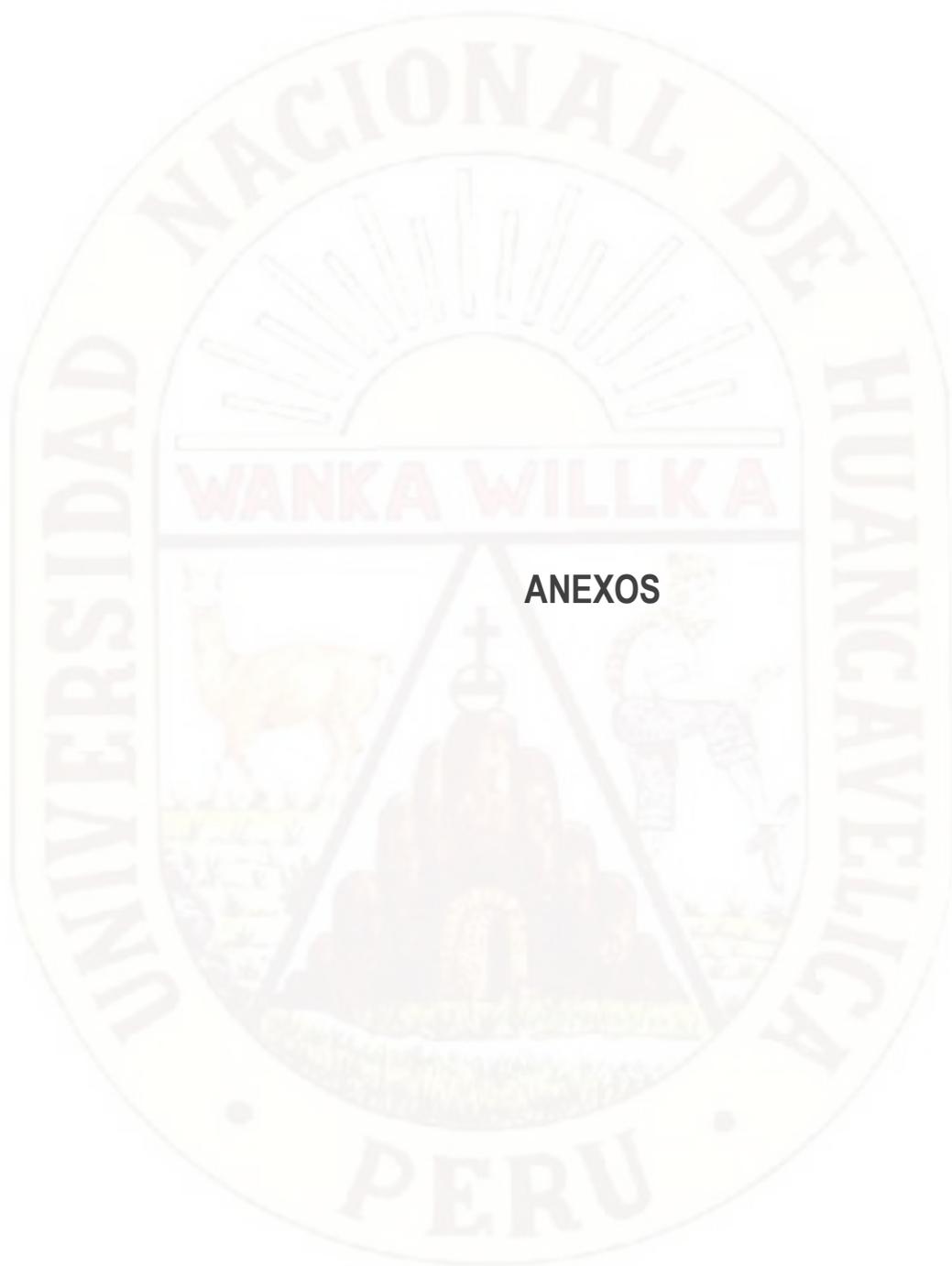
ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y NORMAS DE ENSAYO, (EGCCNE) (2013). " CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) & Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC)." CALIFORNIA BEARING RATIO.Pg 02.

CORONADO, J (2002) "Manual centro americano para diseño de pavimentos" U.S.A.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA (UMSS), (2004). "Pavimentos".

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA UNITEC (UTCU), (2009) " Método proctor modificado" HONDURAS.

MINAYA, S & ORDOÑEZ, A (2002) " Diseño empírico - mecanístico de pavimentos asfálticos". Modelos de falla del INSTITUTO DEL ASFALTO.Pg 25.



ANEXOS

- Realizamos la toma de recolección de datos sobre el volumen del tráfico donde encontramos una gran variedad de vehículos tales como autos, camionetas, buses y camiones según su tipo de ejes encontrados en la zona de **SACHAPITE**.







- Realizamos la toma de recolección de datos sobre el volumen del tráfico donde encontramos una gran variedad de vehículos tales como autos, camionetas, buses y camiones según su tipo de ejes encontrados en la zona de **ANTACCOCHA**.





- Realizamos la toma de recolección de datos sobre el volumen del tráfico donde encontramos una gran variedad de vehículos tales como autos, camionetas, buses y camiones según su tipo de ejes encontrados en la zona de **SANTA ROSA**.





FOTOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

- En la vía HUANCAYO-HUANCAVELICA, desarrollamos la excavación de la calicata a una profundidad de 1.50 m y de ella extraemos 50 kg para desarrollar los diferente ensayos a la muestra en el laboratorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA.













- Para la clasificación de suelos pesar la muestra 5 kg y colorar al horno durante 24 horas. Proceder a lavar la muestra con la malla N°200 mm y ultimo tamizar la muestra para obtener su análisis granulométrico de la muestra en estudio.





- En el ensayo de proctor modificado determinamos la relación óptima de humedad versus la densidad de un suelo compactado en un molde normalizado para ello usamos 25 kg de la muestra tamizada por la malla N° 3/4.







- En el ensayo de CBR determinamos la resistencia al esfuerzo del suelo en condiciones húmedas en un molde normalizado, con el equipo de CBR ELE para ello usamos 18 kg de la muestra tamizada por la malla N° 3/4.









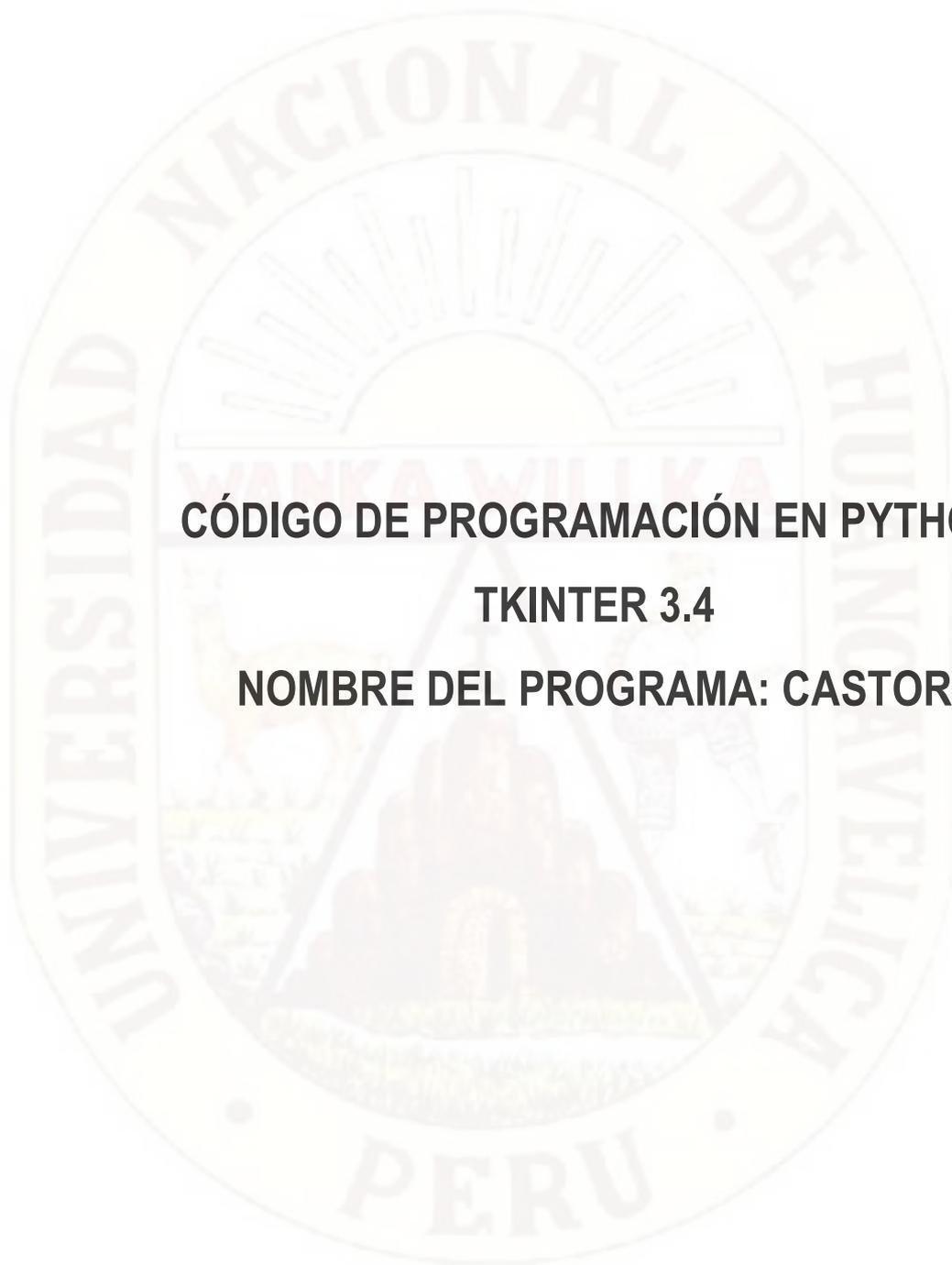
VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

- Realizamos el estudio de verificación del deterioro del pavimento a lo largo de los 12 kilómetros de estudio, las cuales encontramos las fallas tales como ahuellamiento, agrietamiento y fallas geológicas.









CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN EN PYTHON

TKINTER 3.4

NOMBRE DEL PROGRAMA: CASTOR

```

# -*- coding: utf-8 -*-
import tkinter

from tkinter import ttk
import numpy as np
from scipy import optimize
import os
from numpy import pi, log10, sqrt
os.system('cls')

#mr3=2555*cb**0.64 # modulo de resiliencia de la subrasante
#w18=log10(esal)

import tkinter
from tkinter import ttk
from tkinter import messagebox

# ESAL
def esalmtc():
    imda1=float(num21.get())
    ra1=float(num39.get())/100
    finflado=1
    año=float(num57.get())
    fd=float(num58.get()) #fdireccional
    fc=float(num59.get()) #fcarril

    feca1=(1/6.6)**4
    feca2=(0.8/6.6)**4
    eea1=imda1*feca1*finflado
    eedca1=eea1*fd*fc
    ESALAUT01=eedca1*365*(((1+ra1)**año)-1)/ra1

    eea2=imda1*feca2*finflado
    eedca2=eea2*fd*fc
    ESALAUT02=eedca2*365*(((1+ra1)**año)-1)/ra1

    AUTOESAL=ESALAUT01+ESALAUT02 #####
    #suma14.set(AUTOESAL)

#satation wagon
imds1=float(num22.get())
rs1=float(num40.get())/100

fecs1=(1/6.6)**4
fecs2=(0.8/6.6)**4
ees1=imds1*fecs1*finflado
eedcs1=ees1*fd*fc
ESALstation1=eedcs1*365*(((1+rs1)**año)-1)/rs1

ees2=imds1*fecs2*finflado
eedcs2=ees2*fd*fc
ESALstation2=eedcs2*365*(((1+rs1)**año)-1)/rs1

estationESAL=ESALstation1+ESALstation2
#suma14.set(estationESAL)

```

```

#panel
imdp1=float(num23.get())
rp1=float(num41.get())/100

fecp1=(1.5/6.6)**4
fecp2=(2/6.6)**4
eep1=imdp1*fecp1*finflado
eedcp1=eep1*fd*fc
ESALpanel1=eedcp1*365*(((1+rp1)**año)-1)/rp1

eep2=imdp1*fecp2*finflado
eedcp2=eep2*fd*fc
ESALpanel2=eedcp2*365*(((1+rp1)**año)-1)/rp1

panelESAL=ESALpanel1+ESALpanel2
#suma14.set(panelESAL)

#camioneta
imdc1=float(num24.get())
rc1=float(num42.get())/100

fecc1=(1/6.6)**4
fecc2=(2/6.6)**4
eec1=imdc1*fecc1*finflado
eedcc1=eec1*fd*fc
ESALcamioneta1=eedcc1*365*(((1+rc1)**año)-1)/rc1

eec2=imdc1*fecc2*finflado
eedcc2=eec2*fd*fc
ESALcamioneta2=eedcc2*365*(((1+rc1)**año)-1)/rc1

camionetaESAL=ESALcamioneta1+ESALcamioneta2
#suma14.set(camionetaESAL)

#combi
imdco1=float(num25.get())
rco1=float(num43.get())/100

fecco1=(1.5/6.6)**4
fecco2=(2/6.6)**4
eeco1=imdco1*fecco1*finflado
eedcco1=eeco1*fd*fc
ESALcombi1=eedcco1*365*(((1+rco1)**año)-1)/rco1

eeco2=imdco1*fecco2*finflado
eedcco2=eeco2*fd*fc
ESALcombi2=eedcco2*365*(((1+rco1)**año)-1)/rco1

combiESAL=ESALcombi1+ESALcombi2
#suma14.set(combiESAL)

#micro
imdm1=float(num26.get())
rmi1=float(num44.get())/100

fecm1=(2/6.6)**4
fecm2=(3/6.6)**4

```

```

eemi1=imdm1*fecm1*finflado
eedcm1=eemi1*fd*fc
ESALmicro1=eedcm1*365*(((1+rmi1)**año)-1)/rmi1

eemi2=imdm1*fecm2*finflado
eedcm2=eemi2*fd*fc
ESALmicro2=eedcm2*365*(((1+rmi1)**año)-1)/rmi1

microESAL=ESALmicro1+ESALmicro2
#suma14.set(microESAL)

# bus b2
imdb21=float(num27.get())
rb21=float(num45.get())/100

fecb21=(7/6.6)**4
fecb22=(11/8.2)**4
eeb21=imdb21*fecb21*finflado
eedcb21=eeb21*fd*fc
ESALbus21=eedcb21*365*(((1+rb21)**año)-1)/rb21

eeb22=imdb21*fecb22*finflado
eedcb22=eeb22*fd*fc
ESALbus22=eedcb22*365*(((1+rb21)**año)-1)/rb21
busb2ESAL=ESALbus21+ESALbus22
#suma14.set(busb2ESAL)

# bus b3
imdb31=float(num28.get())
rb31=float(num46.get())/100

fecb31=(7/6.6)**4
fecb32=(16/15.1)**4
eeb31=imdb31*fecb31*finflado
eedcb31=eeb31*fd*fc
ESALbus31=eedcb31*365*(((1+rb31)**año)-1)/rb31

eeb32=imdb31*fecb32*finflado
eedcb32=eeb32*fd*fc
ESALbus32=eedcb32*365*(((1+rb31)**año)-1)/rb31

busb3ESAL=ESALbus31+ESALbus32
#suma14.set(busb3ESAL)

# camion c2
imdc21=float(num29.get())
rc21=float(num47.get())/100

fecc21=(7/6.6)**4
fecc22=(11/8.2)**4
eec21=imdc21*fecc21*finflado
eedcc21=eec21*fd*fc
ESALcamionc21=eedcc21*365*(((1+rc21)**año)-1)/rc21

eec22=imdc21*fecc22*finflado

```

```

eedcc2=eec22*fd*fc
ESALcamionc22=eedcc22*365*(((1+rc21)**año)-1)/rc21

camionc2ESAL=ESALcamionc21+ESALcamionc22
#suma14.set(camionc2ESAL)

# camion c3
imdc31=float(num30.get())
rc31=float(num48.get())/100

fecc31=(7/6.6)**4
fecc32=(18/15.1)**4
eec31=imdc31*fecc31*finflado
eedcc31=eec31*fd*fc
ESALcamionc31=eedcc31*365*(((1+rc31)**año)-1)/rc31

eec32=imdc31*fecc32*finflado
eedcc32=eec32*fd*fc
ESALcamionc32=eedcc32*365*(((1+rc31)**año)-1)/rc31

camionc3ESAL=ESALcamionc31+ESALcamionc32
#suma14.set(camionc3ESAL)

# camion c4
imdc41=float(num31.get())
rc41=float(num49.get())/100

fecc41=(7/6.6)**4 ##### me falta ajustar estoos las diviones
fecc42=(18/15.1)**4
eec41=imdc41*fecc41*finflado
eedcc41=eec41*fd*fc
ESALcamionc41=eedcc41*365*(((1+rc41)**año)-1)/rc41

eec42=imdc41*fecc42*finflado
eedcc42=eec42*fd*fc
ESALcamionc42=eedcc42*365*(((1+rc41)**año)-1)/rc41

camionc4ESAL=ESALcamionc41+ESALcamionc42
#suma14.set(camionc4ESAL)

#semitaryker 2s2 ##### me falta ajustar estoos las diviones

imdc51=float(num32.get())
rc51=float(num50.get())/100

fecc51=(7/6.6)**4 ##### me falta ajustar estoos las diviones
fecc52=(18/15.1)**4
fecc53=(18/15.1)**4

eec51=imdc51*fecc51*finflado
eedcc51=eec51*fd*fc
ESALcamionc51=eedcc51*365*(((1+rc51)**año)-1)/rc51
#
eec52=imdc51*fecc52*finflado
eedcc52=eec52*fd*fc

```

```

ESALcamionc52=eedcc52*365*(((1+rc51)**año)-1)/rc51

camionc5ESAL=ESALcamionc51+ESALcamionc52
suma14.set(camionc5ESAL)
#
eec53=imdc51*fecc53*finflado
eedcc53=eec53*fd*fc
ESALcamionc53=eedcc53*365*(((1+rc51)**año)-1)/rc51

camionc5ESAL=ESALcamionc51+ESALcamionc52+ESALcamionc53
#suma14.set(camionc5ESAL)

#semitaryker 2s3 ok

imdc61=float(num33.get())
rc61=float(num51.get())/100

fecc61=(7/6.6)**4
fecc62=(11/8.2)**4
fecc63=(25/20.7)**3.9

eec61=imdc61*fecc61*finflado
eedcc61=eec61*fd*fc
ESALcamionc61=eedcc61*365*(((1+rc61)**año)-1)/rc61

eec62=imdc61*fecc62*finflado
eedcc62=eec62*fd*fc
ESALcamionc62=eedcc62*365*(((1+rc61)**año)-1)/rc61

camionc6ESAL=ESALcamionc61+ESALcamionc62

eec63=imdc61*fecc63*finflado
eedcc63=eec63*fd*fc
ESALcamionc63=eedcc63*365*(((1+rc61)**año)-1)/rc61

camionc6ESAL=ESALcamionc61+ESALcamionc62+ESALcamionc63
#suma14.set(camionc6ESAL)

##otroo
#semitaryker 3s2 #me falta ajustar estoos las diviones

imdc71=float(num34.get())
rc71=float(num52.get())/100

fecc71=(7/6.6)**4 ##### me falta ajustar estoos las diviones
fecc72=(11/8.2)**4
fecc73=(25/20.7)**3.9

eec71=imdc71*fecc71*finflado
eedcc71=eec71*fd*fc
ESALcamionc71=eedcc71*365*(((1+rc71)**año)-1)/rc71
#
eec72=imdc71*fecc72*finflado
eedcc72=eec72*fd*fc
ESALcamionc72=eedcc72*365*(((1+rc71)**año)-1)/rc71

```

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, BAJO INFLUENCIA DE PARÁMETROS DE DISEÑO DEBIDO AL DETERIORO DEL PAVIMENTO EN SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017.”

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo influyen los parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>a. ¿Cómo influye índice medio diario para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia de parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA – 2017.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) Determinar el índice medio diario para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA -</p>	<p>ANTECEDENTES</p> <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ - (2014): “Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de HUACHO a PATIVILCA (km 188 a 189)”</p> <p>UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS –(2014):”Chequeo de estructuras de</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Los parámetros de diseño influyen significativamente para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>El índice medio diario influye significativamente para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>PARÁMETROS DE DISEÑO</p> <p>DIMENSIONES:</p> <p>Índice medio diario (IMD). Resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR). Deterioro del pavimento.</p>	<p>TIPO : Aplicada HERNÁNDEZ SAMPIERI (2010). NIVEL : Explicativo. DISEÑO: Pre- experimental.</p> <p align="center">$GE: O_1 X O_2$</p> <p>DÓNDE: (X) Características de los parámetros. G.E. Grupo experimental. O₁: Observación inicial. O₂: observación final. X: Manipulación de la variable independiente.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>Son 12 kilómetros de estudio del pavimento flexible en el tramo vía SANTA ROSA - SACHAPITE.</p>

<p>pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017?</p> <p>b. ¿Cómo influye la resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR) para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017?</p> <p>c. ¿Cómo influye el deterioro del pavimento para diseñar el pavimento flexible debido al modelo de falla en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017?</p>	<p>SACHAPITE HUANCAVELICA – 2017.</p> <p>b) Determinar la resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR) para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA – 2017.</p> <p>c) Determinar la vida útil del pavimento flexible para diseñar y evitar el deterioro prematuro para SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA – 2017.</p>	<p>pavimento flexible a través del software (MEPDG)”</p> <p>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</p> <p>Diseño de pavimentos flexibles.</p> <p>Pavimento flexible.</p> <p>AASTHO.</p> <p>Normas peruanas.</p> <p>Subrasante.</p> <p>Falla de pavimento.</p>	<p>ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017.</p> <p>La resistencia al esfuerzo de corte del suelo (CBR). Influye significativamente para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017.</p> <p>La vida útil del pavimento influye significativamente para diseñar el pavimento flexible debido al modelo de falla en SANTA ROSA - SACHAPITE HUANCAVELICA - 2017.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>DISEÑO DE PAVIMENTÓ FLEXIBLE</p> <p>DIMENSIONES:</p> <p>Estructura del pavimento.</p> <p>Tipo de subrasante.</p> <p>Modelo de falla.</p>	<p>TÉCNICAS :</p> <p>Conteo vehicular, toma muestras de suelo y evaluación de fallas superficiales.</p> <p>INSTRUMENTOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moldes de proctor - Equipo de C.B.R. - GPS. .Flexómetro. <p>TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formatos para caracterizar el tráfico. - Fichas para la caracterización de suelos. - Evaluación in-situ de las fallas superficiales del pavimento actual. - Creación de software libre para diseñar la estructura del pavimento y el modelo de falla.
--	---	---	--	---	--