



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA  
CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN”**

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

**AUTOR:**

**RODRÍGUEZ RUPAY JAMES JOSMAR**

**ASESOR:**

**Mgr. GONZALO HUGO DÍAZ GARCÍA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

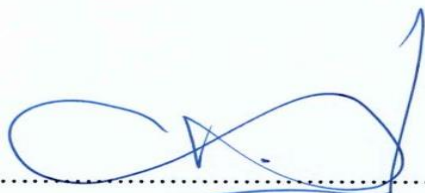
**HUARAZ – PERÚ**

**2018**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **RODRIGUEZ RUPAY JAMES JOSMAR** cuyo título es: ANALISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCAN

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: .....<sup>16</sup>.....(número)  
...*DIECISEIS*.....(letras).

Huaraz, lunes, 16 de Julio de 2018



.....  
Mgtr. VICTOR ROLANDO ROJAS SILVA  
PRESIDENTE



.....  
Mgtr. GONZALO HUGO DIAZ GARCIA  
SECRETARIO



.....  
Ing. FELIX NICANOR RIVERA TENA  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis padres por su esfuerzo, apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Al Ing. Gonzalo Hugo Díaz García, por su valiosa guía y asesoramiento, demostrarme su apoyo en todo momento, en el transcurso del desarrollo de este proyecto de investigación.

A mi docente y metodólogo Ing. Patricia del Valle Figueroa Rojas, que compartió todo su conocimiento para guiarnos en este proyecto y desarrollo de esta tesis.

**EL AUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por llevarme a su lado a lo largo de esta vida siempre llenándome de alegría y gozo.

A ti papá, que me enseñaste todo el valor y toda la fuerza en un solo abrazo. Y a ti mamá dentro de todas sus preocupaciones me dio la posibilidad de seguir cumpliendo con mis objetivos.

Al Ing. Gonzalo Hugo Díaz García que me ha acompañado durante el largo camino de la elaboración de mi proyecto de tesis, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como profesional.

Por ultimo quiero agradecer a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio compartieron pláticas, conocimientos y diversión.

**EL AUTOR**




## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Rodríguez Rupay James Josmar con DNI N° 73462577, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación, datos e información que se presenta en la presente tesis que acompaño es veraz y autentica.

En tal sentido asumo que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como información aportada por la cual me someto a lo dispuesto de las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 16 de Julio del 2018



---

RODRÍGUEZ RUPAY JAMES JOSMAR

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada:

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN”**, con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil la misma que está conformada por VII capítulos dispuestas por el reglamento dispuesta por la Universidad César Vallejo. En el Capítulo I se encuentra la introducción con el marco teórico, justificación y objetivos de la investigación, en el Capítulo II se encuentra la metodología de la investigación, en el Capítulo III se detallan los resultados de la tesis, el Capítulo IV comprende la discusión de los resultados, en el Capítulo V se establecen las conclusiones, asimismo en el Capítulo VI se mencionan las recomendaciones, y por último el Capítulo VII dispuesto para las referencias bibliográficas. La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

EL AUTOR.

## ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT. ....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos previos. ....	2
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	5
1.3.1. Definición de pavimentos.....	5
1.3.2. Pavimento flexible.....	6
1.3.3. Método Guía AASHTO 93 de diseño. ....	6
1.3.4. Estudios de tráfico. ....	8
1.3.5. Clasificación de los vehículos. ....	9
1.3.6. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección.....	9
1.3.7. Número de repeticiones de ejes equivalentes.....	10
1.3.8. Estudios de mecánica de suelos.....	10
1.4. Formulación del problema.....	13
1.5. Justificación del estudio. ....	13
1.6. Hipótesis.....	14
1.7. Objetivo.....	14
II. MÉTODO.....	15
2.1. Tipo de estudio .....	15
2.2. Diseño de Investigación.....	15

2.3.	Variables, Operacionalización.....	16
2.4.	Población y Muestra. ....	17
2.4.1.	Población. ....	17
2.4.2.	Muestra. ....	17
2.5.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad. ....	17
2.5.1.	Técnica de recolección de datos. ....	17
2.5.2.	Instrumentos. ....	18
2.5.3.	Validez y Confiabilidad.....	18
2.6.	Métodos de Análisis de Datos. ....	19
2.7.	Aspectos Éticos. ....	19
III.	RESULTADOS .....	20
3.1.	Descripción de la zona de investigación .....	20
3.2.	Estudio de tráfico.....	21
3.2.1.	Generalidades. ....	21
3.2.2.	Conteo y la clasificación vehicular.....	21
3.2.3.	Metodología.....	21
3.2.4.	Representación del índice medio diario (IMD). ....	22
3.2.5.	Resultado del conteo vehicular.....	22
3.2.6.	Calculo de ejes equivalentes.....	22
3.2.7.	Trafico futuro.....	23
3.3.	Estudio de suelos. ....	24
3.3.1.	Alcance. ....	24
3.3.2.	Descripción de los trabajos.....	24
3.3.3.	Resumen de ensayos.....	25
3.4.	Diseño Geométrico de la carretera. ....	27
3.4.1.	Normatividad.....	27

3.4.2.	Clasificación de la carretera. ....	27
3.4.3.	Velocidad de diseño.....	27
3.5.	Diseño de pavimento. ....	28
3.5.1.	Generalidades. ....	28
3.5.2.	Datos del CBR mediante el estudio de suelos. ....	28
3.5.3.	Espesor de pavimento, base y sub base granular.....	29
IV.	DISCUSIÓN.....	36
V.	CONCLUSIONES.....	38
VI.	RECOMENDACIONES .....	39
VII.	REFERENCIAS. ....	40
	ANEXO N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	43
	ANEXO N° 2 CONSTANCIA Y VALIDACIÓN.....	45
	ANEXO N° 3 ENSAYOS DE LABORATORIO .....	48
	ANEXO N° 4 ESTUDIO DE TRAFICO .....	67
	ANEXO N° 5 TABLAS DEL MTC.....	78
	ANEXO N° 6 PANEL FOTOGRAFICO.....	81
	ANEXO N° 7 PLANOS .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	Cuadro Resumen de Conteo de Trafico.....	22
TABLA N° 2	Calculo del ESAL. ....	22
TABLA N° 3	Cuadro resumen. ....	23
TABLA N° 4	Número de calicatas.....	24
TABLA N° 5	Números de CBR.....	24
TABLA N° 6	Ubicación y número de calicatas. ....	25
TABLA N° 7	Resumen de valores de granulometría de C-01 a C-03 .....	25
TABLA N° 8	Cuadro resumen de Limites de consistencia y humedad natural.....	26
TABLA N° 9	Cuadro de resumen de CBR .....	26

TABLA N° 10 Clasificación Mediante CBR .....	26
TABLA N° 11 Velocidad de diseño de carretera. ....	27
TABLA N° 12 Datos de CBR para el diseño. ....	29
TABLA N° 13 Niveles de Confiabilidad y Desviación Estándar. ....	30
TABLA N° 14 Índice de Serviciabilidad Inicial. ....	30
TABLA N° 15 Índice de Serviciabilidad Final. ....	30
TABLA N° 16 Condición de drenaje. ....	33
TABLA N° 17 Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares. ....	34
TABLA N° 18 Coeficientes estructurales de capa. ....	34
TABLA N° 19. Conteo de Vehículos día lunes. ....	68
TABLA N° 20. Conteo de Vehículos día martes. ....	69
TABLA N° 21 Conteo de Vehículos día miércoles. ....	70
TABLA N° 22 Conteo de Vehículos día jueves. ....	71
TABLA N° 23 Conteo de Vehículos día viernes. ....	72
TABLA N° 24 Conteo de Vehículos día sábado. ....	73
TABLA N° 25 Conteo de Vehículos día domingo. ....	74
TABLA N° 26 Cuadro de Promedio Semanal .....	75
TABLA N° 27 Calculo del Factor Camión. ....	76
TABLA N° 28 Cuadro Resumen de Conteo de Trafico. ....	77
TABLA N° 29 Calculo del ESAL. ....	77
TABLA N° 30 Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai. ....	79
TABLA N° 31 Catalogo de estructuras de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente periodo de diseño 20 años. ....	80

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo principal diseñar los espesores de la carretera Carhuaz - Hualcán, con la finalidad de contribuir con el progreso de los caseríos que se conectan a la provincia de Carhuaz, así como la calidad de vida de su población. El propósito de esta investigación es proponer el diseño de un pavimento flexible; para lo cual, se realizó en primera instancia, un levantamiento topográfico, un estudio de mecánica en suelos y el diseño con el método AASHTO 93. Esta vía de comunicación es esencial para el desarrollo de la provincia de Carhuaz y sus caseríos; ya que, fomentará la disminución de la contaminación de los niveles de polvo en suspensión, contribuirá con la radicación de los problemas de accesibilidad y brindará una mejor imagen del sector y de su tráfico vehicular.

Este tipo de estudio corresponde a una investigación de tipo aplicada de diseño no experimental y transeccional, teniendo en cuenta una población de 6.1 Km de la carretera Carhuaz - Hualcán y una muestra de 3 km de la progresiva 0+000 - 3+000. En el desarrollo de los capítulos siguientes se especificará la delimitación de la zona de estudio, así como los estudios realizados de tráfico y mecánica de suelos, y los ensayos de CBR, en los cuales se obtuvo un resultado de 7% y 6,1%. Cada uno de estos estudios se realizaron teniendo en cuenta los manuales y normas vigentes.

Para concluir, se diseñó los espesores de la estructura del pavimento mediante la ecuación del AASHTO 93, donde se obtuvo una estructura de 25 cm de espesor de sub base, 25 cm para la base, y 10 para la carpeta asfáltica en caliente. Este diseño se realizó teniendo en cuenta el reglamento de diseño de carreteras pavimentadas.

Palabras clave: estudio de mecánica de suelos, pavimento flexible y serviciabilidad.

## **ABSTRACT.**

This research has as main objective the design of the thicknesses of the Carhuaz - Hualcán road, with the purpose of contributing to the progress of the hamlets that are connect to the province of Carhuaz, as well as the quality of life of its population. The purpose of this research is to propose the design of a flexible pavement; for which was made a topographic survey, a study of soil mechanics and the design with the AASHTO 93 method. This communication channel is essential for the development of the province of Carhuaz and its hamlets, because it will promote the reduction of the pollution of the dust levels in suspension, also, it will contribute with the establishment of the accessibility problems, and it will provide a better image of the sector and of its vehicular traffic.

This type of study corresponds to a research of applied type of non-experimental an transectional design, taking into account a population of 6.1 Km from the Carhuaz - Hualcán road, and a 3 Km sample from the progressive 0 + 000 - 3 + 000. In the development of the following chapters in this study will be specify, the delimitation of the study area, the studies carried out on a traffic and soil mechanics, and the CBR tests, in which obtained results was 7% and 6.1%. All of these studies were carried out taking into account the current manuals and regulations.

To conclude, the thickness of the pavement structure was designed by the AASHTO 93 equation, where was obtained 25 cm thick sub base structure, 25 cm for the base, and 10 cm for the hot asphalt binder. This design was made taking into account the design regulation of paved roads.

Key words: study of soil mechanics, flexible pavement and serviceability.



## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática.**

En la actualidad los seres humanos tienen la necesidad de transitar y tener accesos entre diferentes localidades para aumentar un factor de desarrollo socio-económico de los países en zonas urbanas y rurales; en China el principal problema es el crecimiento del parque automotor que ocasiona la expansión de infraestructura vial ya que las carreteras creadas no son suficiente por la abundancia del uso de vehículos, este problema ha superado tres veces la red de carreteras de Estados Unidos. (Structuralia, 2015, párr. 1-3)

En Ecuador, específicamente en El Salado surge el problema de que no existen condiciones favorables para la circulación de los vehículos, ya que solo en tiempos secos se puede transitar; así mismos por la falta de pavimentación e inversión en proyectos viales, esto crea una disconformidad de la población, dando como consecuencia el retraso y desarrollo a los demás pueblos. (Sigueñas & Velásquez, 2016, p.3)

Los problemas principales en el Perú es que se encuentran sin vías de comunicación terrestre que aíslan o son inaccesibles para diferentes pueblos, esto ocasiona que los pobladores no tengan servicios básicos (agua, luz eléctrica, alcantarillado, educación y salud) importantes para una mejor calidad de vida. También el mal cumplimiento de las normas técnicas de diseño y construcción, esto ocasiona que las carreteras no estén bien diseñadas con los espesores adecuados haciendo que estas se deterioren muy rápidamente y produzca accidentes de tránsito, de igual manera la fiscalización eficiente y siniestralidad vial; este tipo de problemas se ocasionan en Tambopata ubicada en la ciudad de Madre de Dios. (Saldaña, 2014, p.1)

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones el año 2016, dice que los 7593 kilómetros en Ancash no cuentan con carreteras pavimentadas esto genera que no exista desarrollo, que ayude a que la ciudad tenga mayores ingresos y tengan una mejor calidad de vida; esto hace que los pobladores se encuentran aislados, mayormente este problema lo sufren poblaciones rurales, tampoco existe transportes que lleguen a esas poblaciones y el clima genera que las vías

que no están pavimentadas generen polvo o barro; esto sucede en distrito de Caraz; también las carreteras pavimentadas se encuentran en mal estado ya que el tiempo estimado es de 6 a 15 años de antigüedad observando que están deteriorados.

En Carhuaz la historia es repetitiva por la falta de carreteras pavimentadas, porque no existe inversión para la ejecución de carreteras por la mala gestión, esto genera que la población tenga deficiencias y las obras ya ejecutadas se encuentren en mal estado provocando que existan accidentes por el mal diseño y puesto que los materiales usados son de pésima calidad o no cumplen con los estándares normados por el MTC y no sean duraderas.

El crecimiento de la población implica a la necesidad de aumentar los límites de urbanización de una ciudad de tal forma se conecten con el resto de la zona urbana, Carhuaz no es ajena a esta realidad por lo que es necesario entregar caminos de buena calidad.

Este proyecto tiene como propósito, diseñar la estructura del pavimento flexible para la trocha carrozable de Carhuaz a Hualcán, ya que nunca se realizó el pavimento correspondiente, dado que el sector de estudio tiene la necesidad de conectarse con los demás lugares, determinando que es necesario realizar el diseño de esta arteria de materia de infraestructura a través del pavimento flexible, esto permitirá la mejor transitabilidad y su conexión entre las poblaciones de esta ciudad, ya que con la pavimentación de la carretera generará desarrollo a los caseríos, como también ingresos económicos mejorando a la vez su calidad de vida, según el último reporte del INEI Carhuaz cuenta con una población de 13,836 habitantes y con una tasa de crecimiento anual del 0.8 %, esto implica pavimentar las carreteras para así generar desarrollo y calidad de vida a los sectores beneficiados.

## **1.2. Trabajos previos.**

**A nivel internacional.** Según (Rivas & Mercado 2015) en su tesis para optar al Título de Ingeniero Civil, “Propuesta de diseño de estructura de pavimento flexible del tramo comprendido del Km 2.3 al Km 2.8 de la carretera Panamericana Sur, aplicando el método de la AASHTO 93”, realizado en la

Universidad Centro Americana tuvieron como muestra la carretera panamericana sur el tramo 2.3 al 2.8 km. Teniendo como objetivo general realizar la propuesta de diseño de estructura de pavimento flexible del tramo comprendido del Km 2.3 al Km 2.8 de la carretera Panamericana Sur, aplicando el método de la AASHTO 93. Concluyeron que aplicando el software de la AASHTO 93, se determinaron los espesores de los elementos que formaran la estructura de pavimento flexible, los cuales son: carpeta asfáltica 7.5 pulgadas, base 6 pulgas y sub base 10.5 pulgadas.

Según (Jiménez 2009), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil “Diseño de pavimentos flexibles: método del instituto de ingeniería de la UNAM”, realizado en el Instituto Politécnico Nacional de México, tuvo como tipo de diseño teórico – experimental. Como tipo de muestra las carreteras de México. Teniendo como objetivo explicar la forma adecuada de emplear el DisPav 5, tratando de indicar la forma en la cual pueden ser obtenidos todos los parámetros requeridos por el programa para el diseño de pavimentos. Concluyo que el diseño con ayuda del DisPav, es más rápido, sencillo y preciso, que con los manuales 325 y 444 del Instituto de Ingeniería de la UNAM; quedo demostrado que no es necesario emplear tablas ni gráficas para la diagnosticar los números de ejes empleados para el diseño, por lo que su uso es causado por impresiones que durante el diseño pueden ser perjudiciales.

Según (Veloz 2014), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, “Evaluación y diseño de pavimentos por el método no destructivo - Georadar (GPR) y deflectómetro de la antigua vía a Conocoto”, realizada en la Universidad Central del Ecuador. Tuvo como objetivo general realizar el rediseño del pavimento con el método de diseño AASHTO y del Instituto del asfalto, para luego de una comparación seleccionar el más adecuado para el proyecto. El autor concluye que las fallas estudiadas son debidas a que la temperatura del pavimento varía entre 18 – a 54 °C, el aumento de las cargas vehiculares por eje que ocasionan la deformación constante de la carpeta asfáltica y por la mala construcción de la estructura.

**A nivel nacional.** Según (Escobar & Huincho 2017) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, “Diseño de pavimento flexible, bajo la

influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017”, realizado en la Universidad Nacional de Huancavelica, tuvieron como muestra la vía SANTA ROSA – SACHAPITE. Tipo de investigación aplicada, de método científico, diseño pre-experimental a la vez tuvieron como objetivo determinar la influencia de parámetros de diseño para diseñar el pavimento flexible debido al deterioro del pavimento en SANTA ROSA – SACHAPITE HUANCAVELICA – 2017. Concluyeron que se encontró con IMD 467 veh/día por lo que influye directamente al diseño de la vía en estudio, en el año 2006 el IDM era de 275 veh/día lo que cambio en cuestiones y los estudios específicos según el Manual de Carreteras de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos como también al usar las metodologías del AASHTO 93. Según los estudios descubiertos en la zona hallaron 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)

Según (Sarmiento & Arias 2015) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil, “Análisis y diseño vial de la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima”, realizado en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas tuvieron como muestra la Av. Martin Olaya km 39. Teniendo como objetivo general realizar un análisis y diseño de pavimentos de la avenida Mártir Olaya con la finalidad de adaptar la superficie de rodadura a los requerimientos de tráfico pesado y garantizando una mejor seguridad vial para los usuarios para que de esta manera la vía se constituya como la principal avenida que conecta la Antigua Carretera Panamericana Sur con la Urb. Fundo Paso Chico, Urb. La Estancia de Lurín, Urb. Las Praderas de Lurín, la Quebrada de Pucara, C.P. Huarangal y otros poblados. Teniendo como conclusión que se recopiló los datos necesarios para los diseños realizados en base a estudios de campo y recolección de información de estudios de pre-factibilidad realizados por la Municipalidad Distrital de Lurín, siendo la información más resaltante el análisis de tráfico, estudios de suelos y factores ambientales, es posible realizar solo el diseño Marshall con total fidelidad, ya que en el caso del diseño de Mezcla SUPERPAVE y MPEDG se requiere de una alta investigación que

describa en cada una de las áreas de estudio mencionadas una recolección de información de carácter confiable.

Según (Gómez 2014) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil, “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau – Trujillo - La Libertad” realizado en la Universidad Privada Antenor Orrego. Tuvo una muestra toda la red vial del Ovalo Grau. Tipo de investigación descriptivo. Teniendo como objetivo general Determinar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad, concluyó que el diseño de la estructura del pavimento flexible, del presente proyecto, respeta los parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.

**A nivel local**, no hay ningún antecedente de investigación que se haya abordado en la carretera Carhuaz – Hualcán. El tramo en estudio está constituido de carpeta asfáltica o pavimentos flexibles en la ciudad de Carhuaz, provincia de Carhuaz – Ancash.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema.**

#### **1.3.1. Definición de pavimentos.**

“Un pavimento de una estructura, establecido sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una extensión de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Existen una pluralidad de pavimentos, dependiendo del tipo de vehículos que transitaran y del volumen de tráfico.” (Manual Completo Diseño de Pavimentos-UMSS, 2016, p. 21.)

“Los pavimentos como una estructura construida sobre la sub rasante de la vía, para aguantar y repartir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y confort para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y carpeta de rodadura.” (MTC, 2008, p. 38.)

Por consiguiente, el mismo autor afirma que la resistencia de las diferentes capas no solo va a depender del material del que esté compuesta, sino que también del proceso constructivo por lo que la humedad y la compactación jugaran un papel importante, debido a que si no existe un buen ajuste de los materiales este puede consolidarse por efectos de las cargas, lo que provocaran deformaciones permanentes tanto en las capas como en la carpeta asfáltica.

### **1.3.2. Pavimento flexible.**

“Este tipo de pavimento se caracteriza por estar conformado en la superficie una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acerca más a la sub rasante.” (Huang, 2004, p. 2).

“Los pavimentos flexibles tienen una estructura compuesta por capas granulares sub base, base y capa de rodadura una carpeta construida con material bituminoso como aglomerantes, agregados y en algunos casos con aditivos; principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: morteros asfálticos, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, mezclas asfálticas en frío y caliente.” (MCSGGP, 2013, p. 30.)

### **1.3.3. Método Guía AASHTO 93 de diseño.**

“Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la sub rasantes para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.” (MCSGGP, 2014, p.130.)

#### **Periodo de Diseño.**

“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.” (MCSGGP,2014, p.131.)

### **Variables.**

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

$$\log W_{18} = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \times \log_{10}(Mr) - 8.07$$

**W18:** “Es el Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al número de repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico.” (MCSGGP,2014, p.131.)

**Módulo de Resiliencia (MR):** “Es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual, para su cálculo deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia, determinando de acuerdo a las recomendaciones del ASSHTO en la siguiente ecuación:  $Mr(\text{psi}) = 2555 \times CBR^{0.64}$ ” (MCSGGP,2014, p.131.)

**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 a lo previsto” (MCSGGP,2014, p.132.)

**Desviación Estándar Normal (Zr):** “Representa el valor de la confiabilidad seleccionada para un conjunto de datos en una distribución normal.” (MCSGGP,2014, p.134.)

**Desviación Estándar Combinada (So):** “Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del pavimento; como por ejemplo la construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La guía AASHTO 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.” (MCSGGP,2014, p.136.)

**Índice de Serviciabilidad Presente (PSI):** “Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario, su valor varía de 0 a 5; un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica y por el contrario un valor de 0 refleja el peor, cuando la condición de la vía decrece por deterioro el PSI también decrece.” (MCSGGP,2014, p.137.)

**Serviciabilidad Inicial (Pi):** “Es la condición de una vía recientemente construida.” (MCSGGP,2014, p.137.)

**Serviciabilidad Final o Terminal (P<sub>T</sub>):** “Es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.” (MCSGGP,2014, p.138.)

**Variación de Serviciabilidad (ΔPSI):** “Es la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto de desarrollo” (MCSGGP,2014, p.139.)

**Numero Estructural Propuesto (SNR):** “Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Numero 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 construirá, o sea de las capas de rodadura de base y sub base, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación”:

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

**a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>** = Coeficientes estructurales de las capas: superficiales, base y sub-base, respectivamente.

**d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>** = Espesores de las capas: superficiales, base y sub-base, respectivamente.

**m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>** = Coeficientes de drenaje para las capas de base y sub-base, respectivamente.

#### **1.3.4. Estudios de tráfico.**



“El aspecto más importante para realizar el diseño es determinar el flujo de vehículos, que tipo de vehículos transitan por la zona a analizar según la clasificación del Reglamento Nacional de Vehículos, con qué frecuencia transitan.” (MTC, 2003, Reglamento Nacional de Vehículos Perú, p. 9.)

“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, 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.” (MTC, 2014, Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, p.63.)

#### **1.3.5. Clasificación de los vehículos.**

“Estos se clasifican según la cantidad y el tipo de ejes que lo componen; Simple, Tándem o Trídem, además del peso máximo permitido para cada uno de ellos. El peso bruto de un vehículo es de 48 toneladas y el peso máximo permitido por eje es para eje Simple 7 toneladas de rueda simple y 11 toneladas de rueda doble, eje Tándem 12,16 y 18 toneladas, eje Trídem 16, 23 y 25 toneladas respectivamente. Con una clasificación correspondiente se determinará el tipo de vehículo que transitara por la zona en estudio de acuerdo al tipo de ejes que lo conforman y la cantidad de los mismos, esto será importante porque dependerá del peso que cargue cada eje se le asignara un factor destructivo sobre la vía dependiendo al tipo de pavimento a utilizar.” (Según el Reglamento Nacional de Vehículos,2003, p.9)

#### **1.3.6. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección.**

“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. La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con a 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 de 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%.” (MCSGGP,2014, p.64.)

### **1.3.7. Número de repeticiones de ejes equivalentes.**

“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 cargando con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. Los Ejes Equivalentes 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.” (MCSGGP,2014, p.66.)

### **1.3.8. Estudios de mecánica de suelos.**

“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 aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.” (MCSGGP,2014, p.25.)

“Los procedimientos adecuados de muestreo de suelos y rocas, permitirá la correlación de los respectivos datos con las propiedades del suelo, tales como plasticidad, permeabilidad, peso unitario, compresibilidad, resistencia y gradación.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p. 14.)

“Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasara a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, así mismo se determinara el perfil estratigráfico de los suelos, debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la

línea de sub rasante 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 pavimento.” (MCSGGP,2014, p.26.)

#### **Caracterización de la sub rasante.**

“Para determinar las características físicas-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevará a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.50 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro será de acuerdo al tipo de carretera; las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales.” (MCSGGP,2014, p.26.)

#### **Registro de excavación.**

“De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata, numero de muestra y profundidad para posterior colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada uno de los estratos del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales. Así mismo se extraerá muestras representativas de la sub rasante para la realización de ensayos de Módulos de resiliencia ( $M_R$ ) o ensayos de CBR, la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera.” (MCSGGP,2014, p.26, 27.)

#### **Granulometría.**

“Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 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.” (MCSGGP,2014, p.30)

### **Plasticidad.**

“Los límites de Atterberg establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad, 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. Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse, Límite Plástico, cuando el suelo se pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe, Límite de Contracción, cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad, según las normas MTC E 110, 111, 112.” (MCSGGP,2014, p.31)

### **Humedad Natural.**

“La determinación de la humedad natural (ensayo MTC E 108), permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos de Proctor para obtener el CBR del suelo (ensayo MTC E 132). Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima; si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá aumentar la energía de compactación, airear el suelo o reemplazar el material saturado.” (MCSGGP,2014, p.33)

### **Clasificación de los suelos.**

“Determinando las características de los suelos en lo mencionado anteriormente, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo se clasificará bajo el sistema AASHTO – SUCS, esta clasificación permitirá predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.” (MCSGGP,2014, p.33)

### **Ensayo CBR.**

“Una vez que se hayan clasificado los suelos por el sistema AASHTO Y SUCS, para caminos contemplados se elaborara un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo, a partir del cual se determinara el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la máxima densidad seca y a una penetración de carga de 2.54 mm”. (MCSGGP,2014, p.35)

#### **1.4. Formulación del problema.**

##### **Problema general.**

¿Qué características tendrá el diseño de estructura del pavimento flexible en la carretera Carhuaz – Hualcán?

#### **1.5. Justificación del estudio.**

Este proyecto es importante para poder diseñar la estructura del pavimento flexible, de tal sentido asegurar el buen confort a los usuarios de la vía Carhuaz – Hualcán, así los pobladores de los lugares aledaños se beneficiarán y podrán transportar sus mercaderías y generar mejores ingresos, a la vez mejorar la transitabilidad vehicular, con este proyecto mejorará la calidad de vida y generará trabajo a los habitantes del tramo Carhuaz – Hualcán.

Por otra parte, desde el punto de vista académico permitirá aplicar los procedimientos y metodologías para realizar el diseño de la estructura de la trocha carrozable Carhuaz – Hualcán, lo cual se deberá utilizar métodos y normas técnicas de acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, utilizando la metodología del AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible y a la comparación de las Normas y Reglamentos de Suelos y pavimentos, para el buen cumplimiento de los estudios de suelo y tráfico respectivamente.

Socialmente porque proporcionara una alternativa de solución para afrontar el problema del inadecuado servicio y mal estado de la superficie, siendo favorecidos los pobladores de la ciudad de Carhuaz y poblaciones cercanas, este proyecto se debe investigar para dar fluidez y continuidad al flujo vehicular para que puedan tener una buena serviciabilidad de la vía en estudio por lo que los

usuarios tendrán una mejor transitabilidad y mejorará su calidad de vida puesto que tendrán mejores accesos.

## **1.6. Hipótesis.**

### **Hipótesis general**

Según Sampieri (2014, p. 104,108), “No en todas las investigaciones cuantitativas se plantean hipótesis, el hecho de que formulemos o no hipótesis depende de un factor esencial, el alcance inicial del estudio; estas hipótesis se utilizan en estudios descriptivos, para intentar predecir un dato o valor en una o más variables que se van a medir u observar. Pero cabe mencionar que no en todas las investigaciones descriptivas se formulan hipótesis de esta clase o que sean afirmaciones más generales.” Por lo tanto, esta investigación carece de hipótesis.

## **1.7. Objetivo.**

### **Objetivo general**

Proponer el diseño de una estructura del pavimento flexible para la carretera Carhuaz – Hualcán.

### **Objetivos específicos**

- Identificar la zona de estudio para la delimitación de la investigación.
- Determinar el índice medio diario para diseñar el pavimento flexible en el tramo Carhuaz-Hualcán.
- Determinar las propiedades físicas – mecánicas del suelo mediante Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Determinar el CBR y ESAL de diseño.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible con el método AASHTO 93.
- Determinar los espesores de los elementos que formaran la estructura de pavimento flexible.

## **II. MÉTODO.**

### **2.1. Tipo de estudio**

El tipo de estudio corresponde a una investigación de tipo aplicada ya que se basó de los conocimientos de la ingeniería civil en los trabajos de campo, para posteriormente aplicarlos en la propuesta y diseño de la carretera Carhuaz-Hualcán, y así diseñar los espesores para la correcta transitabilidad vehicular. de acuerdo a lo expresado por (Sampieri, 2014, p.129.).

Por otro parte, los niveles de investigación indican el alcance que tuvo la misma, en tal sentido este estudio pertenece al nivel explicativo, porque está dirigido a responder a las causas de transitabilidad vehicular de acuerdo a lo expresado por (Sampieri, 2014, p.128.).

### **2.2. Diseño de Investigación.**

Según Sampieri (2014, p.152) “La investigación no experimental es sistemática y empírica en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencia directa, y dichas relaciones se observan tal como se han dado en su contexto natural.”

Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos a lo expresado por (The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences, 2009, p. 152)

Según Sampieri (2014, p.155) “Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de la modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción.”; por lo tanto, el diseño de esta investigación es no experimental, transeccional.

### 2.3. Variables, Operacionalización.

#### Variable

Diseño del pavimento flexible.

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCAN”

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño del pavimento flexible	Consiste en el mejoramiento de las características técnicas, geométricas y estructurales de la trocha carrozable con alteraciones en eje transversal, aplicación de curvas de volteo, aumentando o disminuyendo las pendientes en las características superficiales de la rodadura al diseño original de la trocha carrozable con el fin de optimizar la transitabilidad vial. (PEÑA,2017, p.29.)	El diseño del pavimento flexible se realizará mediante el estudio de tráfico, levantamiento topográfico y diseño geométrico, que nos permitirá proponer el diseño.	Estudios de mecánica suelo	Contenido De Humedad	Razón
				Granulometría	
				Limite	
				CBR	
				Densidad Máxima	
			Proctor Modificado	Nominal	
			Estudio de trafico		
			Clasificación vehicular	Razón	
			Tasa de crecimiento		
			ESAL		
Proyección de trafico					



## **2.4. Población y Muestra.**

### **2.4.1. Población.**

Según Lepkowski (2008, p.174), “Una vez que se ha definido cuál será la unidad de muestreo/análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así, una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.”; por lo tanto, para esta investigación la población fue toda la trocha carrozable Carhuaz – Hualcán que consta de 6.1 Km.

### **2.4.2. Muestra.**

Según Sampieri (2014, p. 175) “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.”

Según Johnson, Hernández y Battaglia (2014,2013,2018, p. 176) “En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador; aquí el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador.” ; por lo tanto, para esta investigación la muestra no probabilística en la unidad de análisis fue 3.0 km de estudio, de trocha carrozable desde el km + 0.000 hasta el km + 3.000, porque esta es la zona que transcurren con más afluencia los vehículos y eso hace que tome como muestra dicho tramo.

## **2.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.**

### **2.5.1. Técnica de recolección de datos.**

Según Sampieri (2014, p.198) “Una vez que seleccionamos el diseño de investigación apropiado y la muestra adecuada de acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis, la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo análisis o casos. Recolectar los datos implica elaborar un plan

detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.”

En este se emplearon las siguientes técnicas:

Se coordinó previamente con las autoridades de la localidad de Carhuaz y Hualcán para los respectivos estudios de suelos, tráfico en la vía, levantamiento topográfico en el tramo +0.000 km - +3.000 km.

Realizar durante 7 días y las 24 horas el conteo vehicular y clasificarlo de acuerdo al Manual De Carreteras, en puntos estratégicos del tramo para posterior determinar el IMD, según el Manual Diseño Geométrico DG-2018 y Reglamento Nacional de Vehículos.

Muestras de suelo según el (Manual de Ensayo de Materiales EM-2016, p. 14.). para determinar la capacidad de resistencia de corte del suelo (CBR), Límites Líquido y Plástico, y otros; formando parte de los manuales de carreteras de acuerdo al Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial D.S. N° 034-2008-MTC, Además como referencia de la normatividad de las instituciones reconocidas internacionalmente tales como AASHTO, ASTM, Instituto del Asfalto, ACI, NTP y otras.

### **2.5.2. Instrumentos.**

Formatos para caracterizar el tráfico según el (Reglamento Nacional de Vehículos, 2003, pp. 119.), que nos permitirá identificar qué tipos de vehículos transcurren por dicha vía y determinar el IMD.

Equipos de Laboratorio, según el (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p. 13.), que nos permitirá muestrear el tipo de suelo y determinar el contenido de humedad, análisis granulométrico, determinación de Límite Líquido y Límite Plástico, Proctor Modificado y CBR.

### **2.5.3. Validez y Confiabilidad.**

Según Sampieri (2014, p. 200) “La confiabilidad de un instrumento se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce

resultados iguales, la confiabilidad grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes”

Según Sampieri (2014, p. 200) “La validez, en términos generales se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir.”

Por lo tanto, en la presente investigación conto con la validez del Laboratorio de Suelos de la Universidad, a su vez se utilizó el Manual de Ensayo de Materiales MTC-2016, dichos formatos de laboratorio de suelos las mismas que ya están normadas nacional e internacionalmente, no será necesario validarlo y determinar su confiabilidad nuevamente.

## **2.6. Métodos de Análisis de Datos.**

En esta parte de la investigación se recaudó la información de transitabilidad vehicular del sector, a su vez se evaluó las condiciones de la carretera mediante calicatas para posterior se realice el diseño por el método AASHTO 93 de pavimento flexible, para lo cual los datos obtenidos del estudio de tránsito (IMD) y mecánica de suelos serán programados y expuestos en cuadros descriptivos y aplicativos.

Así para lograr resultados más fidedignos se validó con el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos con sus diseños recomendados de acuerdo a cada particularidad de carretera, calcular el ESAL y diseñar por el método AASHTO 93.

Posterior a ello se realizó los cálculos necesarios para determinar el diseño y espesor del pavimento flexible en la carretera Carhuaz a Hualcan.

## **2.7. Aspectos Éticos.**

El procedimiento de este proyecto se desarrollará respetando los lineamientos de la investigación establecidos por la Universidad César Vallejo. Además, cumplirá con los requisitos de particularidad, objetividad y ética, también seleccionara investigaciones de otros autores a quienes se les reconoce la autoría de sus ideas y el respeto por la propiedad e integridad intelectual, donde se citarán adecuadamente las investigaciones relevantes que se hayan publicado

previamente. Este proyecto cumplirá con la responsabilidad social ya que propone una solución de diseño de pavimento flexible en beneficio a los pobladores de los sectores para su bienestar y seguridad.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Descripción de la zona de investigación

➤ **Ubicación:** Toda la carretera tiene un total de 6.1 Km, por lo que para este estudio se tomó solo 3.0 Km.

○ **Punto inicial**

- Cinco esquinas Km 00+000
- Coordenadas UTM : 8973067.868 E – 210153.419 N
- Altitud : 2685

○ **Punto final**

- Km 03+000
- Coordenadas UTM : 8974010.967 E – 211765.144 N
- Altitud : 2845

➤ **Ubicación política:**

- Región : Ancash
- Departamento : Ancash
- Provincia : Carhuaz
- Distrito : Carhuaz
- Centro Poblado : Hualcán

➤ **Vías de comunicación y acceso:**

Para llegar al lugar cinco esquinas, se emplea el siguiente recorrido:

DESDE	HASTA	TIEMPO	TIPO DE VÍA
Plaza de Armas	Cinco esquinas	10 min	Carretera Pavimentada
		<b>Tiempo total:</b>	10 Minutos

Fuente: Propia.

➤ **Fisiología y climatología:**

La Provincia de Carhuaz se encuentra enmarcado en la cordillera Blanca, por la cual tiene una topografía moderada y clima frío. En época de invierno la

temperatura varía de 2°C – 10°C y en la época de verano de 5°C – 14°C; existiendo precipitaciones pluviales entre los meses de Enero a Marzo y de Octubre a Diciembre.

### **3.2. Estudio de tráfico.**

#### **3.2.1. Generalidades.**

El tramo en estudio une los caseríos de Obraje, Cajamarquilla, Uranguay, Hualcán y otros con una longitud de 03 + 000 Km, dando inicio en la ciudad de Carhuaz y finalizando en el Centro Poblado de Hualcán. La unión de estos caseríos es por medio de la importancia por ser parte de un eje agricultor y agropecuario, comerciantes que llegan a la ciudad de los diferentes lugares.

La tasa de crecimiento vehicular se ubica en el rango de 2 a 6 % el que está definido por el MTC. El crecimiento de diseño proyectado se diseñó para un periodo de vida útil de 20 años.

#### **3.2.2. Cuento y la clasificación vehicular.**

En el conteo realizado al lugar se pudo identificar que los vehículos que transitaban con mayor frecuencia son los automóviles y camionetas de dos ejes. Ver anexos.

#### **3.2.3. Metodología.**

Para conocer el flujo del tramo, se realizaron aforos durante 7 días (Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado y Domingo), en periodos de 24 horas continuas, iniciando desde las 0.00 horas finalizando a las 24.00 horas.

Una vez realizado el aforo, se determinó el Índice Medio Diario (IMD), Índice Medio Diario Semanal (IMDS), Índice medio diario anual (IMDA), Índice Medio Diario Mensual (IMDM) y Índice Medio Diario Anual (IMDA); cabe mencionar que para obtener los datos se usó una estación de conteo permanente cercana a la zona del proyecto de investigación, finalmente se determinó el tránsito de diseño.

### 3.2.4. Representación del índice medio diario (IMD).

Es la representación del número de vehículos que transitaron durante un día el cual se obtuvo 227 veh/día.

### 3.2.5. Resultado del conteo vehicular.

**TABLA N° 1 Cuadro Resumen de Conteo de Trafico.**

RESULTADOS OBTENIDOS															
Variación de la clasificación diaria Total															
Dia	Fecha	Auto	STATION WAGON	Camioneta			Micro	Bus		Camion			Semi Trailer		Total
				Pick Up	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S3	3S3	
Lunes	09/04/2018	53	65	14	3	45	4	2	0	19	8	2	3	0	218
Martes	10/04/2018	58	50	19	5	58	7	3	0	16	11	4	4	0	235
Miércoles	11/04/2018	62	56	10	5	58	6	6	0	22	7	3	5	0	240
Jueves	12/04/2018	73	46	12	2	64	3	3	0	15	5	3	2	0	228
Viernes	13/04/2018	68	34	12	2	70	6	4	0	25	6	3	5	0	235
Sábado	14/04/2018	56	43	19	1	54	4	2	0	22	6	1	4	0	212
Domingo	15/04/2018	57	47	20	2	65	4	4	0	15	5	3	2	0	224
<b>Total</b>		<b>427</b>	<b>341</b>	<b>106</b>	<b>20</b>	<b>414</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>134</b>	<b>48</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>1592</b>

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro de resultados obtenidos se obtuvo un total de 1592 vehículos por semana, el conteo se realizó las 24 horas del día durante los 7 días, el vehículo que obtuvo mayor transitabilidad fue el auto con 427 vehículos y el menor fue el Camión 4E con 19 vehículos por semana.

### 3.2.6. Calculo de ejes equivalentes.

**TABLA N° 2 Calculo del ESAL.**

Tipo de Vehiculo	N°veh/ día	N° veh/año	F.C.	ESAL en el carril de diseño	Factor de Crecimiento	ESAL diseño
Auto, Statio Wagon	768	280320				
Pick Up, Panel, Combi Rural	540	197100	0.035	6898.5	29.79	205506.315
Micro	34	12410	0.035	434.35	29.79	12939.2865
Bus 2E	24	8760	0.035	306.6	29.79	9133.614
Camion 2E	134	48910	1.0635	52015.785	29.79	1549550.235
Camion 3E	48	17520	1.0635	18632.52	29.79	555062.7708
Camion 4E	19	6935	1.0635	7375.3725	29.79	219712.3468
Semi trailer 2S3	25	9125	1.0635	9704.4375	29.79	289095.1931
<b>TOTAL</b>	<b>1592</b>	<b>581080</b>		<b>95367.565</b>		<b>2840999.761</b>

Fuente: elaboración propia.

El total de vehículos por día es de 1595, vehículos por año 581080, para este diseño se utilizó un ESAL de 2,840,999.761, y pertenece al tipo de tráfico Tp6.

$$T_{p6} = > 1'000,000 \text{ EE} \leq 3'000,000 \text{ EE}$$

### 3.2.7. Tráfico futuro.

Para el cálculo de tránsito futuro se utilizó la siguiente fórmula:

$$T_f = T_i(1+T_c)^{n-1}$$

Donde:

Tf: Tránsito Final.

Ti: Tránsito Inicial.

Tc: Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo (%)

N: Año a estimarse.

Reemplazando las fórmulas obtenemos:

$$T_f = 227 * (1+0.04)^{20-1}$$

$$T_f = 478$$

Aplicado la fórmula al proyecto, se obtendrá un tráfico futuro en un periodo de 20 años de 478 veh/día.

**TABLA N° 3 Cuadro resumen.**

IMD=	227	Veh/Día	TIPO DE CARRETERA	N° MR Y CBR
IMDC=IMD/7=	32	Veh/Día	Carretera de Tercera Clase: carreteras con un IMDA menores a 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho mínimo.	Cada 2km se realizará un CBR
IMDA=IMD*365=	82855	Veh/Día		
IMDM=IMD*30=	6810	Veh/Día		
FC=IMDA/IMDM=	12.17			
IMDA=IMDSXFC=	389	Veh/Día		

Fuente: elaboración propia.

### 3.3. Estudio de suelos.

#### 3.3.1. Alcance.

El estudio de mecánica de suelos que se realizó en la presente investigación son únicamente para la zona en estudio, en ninguna circunstancia se puede aplicar o utilizar los datos para otro tipo de carretera.

La realización de estos ensayos en la zona de estudio tiene como finalidad determinar las características del suelo, su estratificación y demás datos que serán necesarios para un conocimiento real de la mecánica de suelos.

#### 3.3.2. Descripción de los trabajos.

Se realizaron 03 calicatas con las dimensiones siguientes: 1.00 m de largo x 1.00 m de ancho x 1.50 m de profundidad mínima, las cuales fueron ubicadas a cada 1 km progresivamente en todo el eje de la investigación.

**TABLA N° 4 Número de calicatas.**

Tipo de carretera	Profundidad	Número
Carretera de tercera clase: carreteras con un IMDA menores a 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.00 de ancho mínimo.	1.50 metros respecto al nivel de la sub rasante	01 calicatas por Km

Fuente: elaboración propia, considerando el tipo de carretera establecido en el Manual de Carreteras.

**TABLA N° 5 Números de CBR**

Tipo de carretera	Número mínimo de calicatas
Carretera de tercera clase: carreteras con un IMDA menores a 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.00 de ancho mínimo.	Cada 2 km se realizara un CBR



Fuente: elaboración propia, considerando el tipo de carretera establecido en el Manual de Carreteras.

- **Ubicación de las calicatas**

Se ejecutaron tres (3) calicatas a cielo abierto, ubicadas a lo largo del tramo de la zona que comprende la investigación, la ubicación de cada una de las calicatas se detalla en el siguiente cuadro:

**TABLA N° 6 Ubicación y número de calicatas.**

Calicata	Kilometraje	Dimensiones
C-01	Km 01+ 000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-02	Km 02 + 000	1.00 x 1.00 x 1.50
C-03	Km 03 + 000	1.00 x 1.00 x 1.50

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.3. Resumen de ensayos.

**TABLA N° 7 Resumen de valores de granulometría de C-01 a C-03**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422				
Tamices	Diámetro	% Pasa		
		C-01	C-02	C-03
3"	75.000	0.0	0.0	0.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0
1"	25.000	172.9	175.6	165.2
3/4"	19.000	66.4	93.1	57.3
1/2"	12.500	35.5	62.3	45.6
3/8"	9.500	29.7	56.1	39.1
1/4"	6.250	49.8	78.9	43.6
N° 4	4.750	51.5	68.7	48.3
N° 10	2.000	194.0	187.3	174.6
N° 20	0.850	153.6	159.7	139.7
N° 40	0.425	162.5	165.5	153.4
N° 60	0.250	37.6	73.2	27.8

N° 140	0.106	154.8	151.8	144.1
N° 200	0.075	135.2	172.4	101.3

Fuente: elaboración propia.

**TABLA N° 8 Cuadro resumen de Límites de consistencia y humedad natural**

<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA Y HUMEDAD NATURAL</b>			
	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>
<b>Contenido De Humedad</b>	9.1%	10.2%	9.6%
<b>Límite Líquido</b>	28%	25%	27%
<b>Límite Plástico</b>	15%	14%	15%
<b>Índice De Plasticidad</b>	13%	11%	12%
<b>Clasificación SUCS</b>	SC	SC	SC
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-2-6	A-2-6	A-2-6

Fuente: elaboración propia.

**TABLA N° 9 Cuadro de resumen de CBR**

<b>CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)</b>		
	<b>C-01</b>	<b>C-02</b>
<b>CBR al 100%</b>	8.8%	7%
<b>CBR al 95%</b>	7%	6.1%

Fuente: elaboración propia.

**TABLA N° 10 Clasificación Mediante CBR**

<b>Clasificación</b>	<b>CBR de diseño</b>
S <sub>0</sub> : Subrasante muy pobre	< 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante pobre	≥3% - <6%
S <sub>2</sub> : Subrasante regular	≥ 6% - <10%

S <sub>3</sub> : Subrasante buena	≥10% - <20%
S <sub>4</sub> : Subrasante muy buena	≥20% - <30%
S <sub>5</sub> : Subrasante excelente	30%

Fuente: Manual de Carreteras (2014)

Esta tabla nos indica que nuestra subrasante se encuentra en la categoría S<sub>2</sub>: Subrasante Regular.

### **3.4. Diseño Geométrico de la carretera.**

#### **3.4.1. Normatividad.**

Para realizar el diseño geométrico de la carretera en estudio se tomó en cuenta el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – 2018 establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

#### **3.4.2. Clasificación de la carretera.**

Considerando el Índice Medio Diario Anual (IMDA) se obtuvo 389 veh/día, el cual se encuentra de acuerdo a la clasificación es una vía de tercera clase, con un tipo de orografía Tipo 1 (Terreno Plano).

#### **3.4.3. Velocidad de diseño.**

La carretera que une los tramos de Carhuaz – Hualcán utilizará una velocidad de diseño de 50 Km/h clasificado por el tipo de carretera y orografía de la zona de influencia del proyecto.

**TABLA N° 11 Velocidad de diseño de carretera.**

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
<b>Autopista de primera clase</b>	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
<b>Autopista de segunda clase</b>	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
<b>Carretera de primera clase</b>	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
<b>Carretera de segunda clase</b>	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
<b>Carretera de tercera clase</b>	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018

### 3.5. Diseño de pavimento.

#### 3.5.1. Generalidades.

Para este proyecto se realizó el estudio de diseño del pavimento flexible teniendo en cuenta los criterios técnicos para poder diseñar de manera eficaz las distintas capas, de esta manera se dará al proyecto una estabilidad estructural adecuada y resistente.

Para realizar el diseño y cálculo de las dimensiones de la sección del pavimento, se consideró el procedimiento con los cuales se calcula actualmente en nuestro país:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Se tuvo en cuenta los parámetros básicos para el diseño del pavimento, las cargas de tráfico vehicular que este impone al pavimento y las características de la subrasante sobre la cual se asiente el pavimento.

#### 3.5.2. Datos del CBR mediante el estudio de suelos.

Estos datos se recopiló mediante la mecánica de suelos que se realizó a la carretera de estudio, para posterior diseñar la estructura y dimensiones del pavimento.

**TABLA N° 12 Datos de CBR para el diseño.**

Numero de calicata	CBR diseño al 95%
C-01	7%
C-02	6.1%

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta los datos recolectados y asumiendo el CBR al 95% se tomó el más crítico que es 6.1%, con el que se diseñará el pavimento, una vez definido el CBR de diseño, la categoría de Subrasante a la que pertenece el sector se determinará según la Tabla N° 10. Que indica que la subrasante de la carretera se encuentra en la categoría S2: Subrasante Regular.

### 3.5.3. Espesor de pavimento, base y sub base granular.

- **Módulo de Resiliencia de subrasante (Mr).**

Teniendo en cuenta que, en nuestro país, no se tiene los equipos necesarios para la determinación del Mr, se desarrolló una ecuación la cual permite obtener esta información mediante los valores de CBR y R; dando como resultado lo siguiente:

$$Mr = 2555 \times CBR^{0.64}$$

$$Mr = 2555 \times 6.1^{0.64}$$

$$Mr = 8128.34 \text{ PSI}$$

- **Confiabilidad (R), Desviación Estándar Normal (Zr) y Desviación Estándar Total (So).**

Estos datos se obtuvieron a través de estudios estadísticos realizados, involucrando la predicción del comportamiento del pavimento.

**TABLA N° 13 Niveles de Confiabilidad y Desviación Estándar.**

Tráfico	Confiabilidad (R)	Desviación Estándar	Desviación Estándar
	%	Normal (Zr)	Total (So)
Tp6	85 %	-1.036	0.45

Fuente: manual de carreteras.

Teniendo en cuenta los datos anteriores el tipo de tráfico para el proyecto es Tp6, por lo que se consideró una confiabilidad (R) de 85%, el cual tiene como desviación estándar normal (Zr) de -1.036 y desviación estándar total (So) de 0.45.

- **Perdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI).**

Considerando el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, indica que el índice de Serviciabilidad inicial Po y el índice de Serviciabilidad final Pt está de acuerdo a la clasificación del pavimento y al tipo de tránsito a la cual será sometido el proyecto, por lo cual se asumió los valores de la siguiente tabla:

**TABLA N° 14 Índice de Serviciabilidad Inicial.**

Índice de Serviciabilidad Inicial Po	
Po	Clasificación
4.00	Pavimento Flexible

Fuente: manual de carreteras.

**TABLA N° 15 Índice de Serviciabilidad Final.**

Índice de Serviciabilidad Final Pt	
Pt	Clasificación
2.50	Tp6

Fuente: manual de carreteras.

Según los valores de las tablas se considera:

$$Po = 4.00$$

$$Pt = 2.50$$

$$\text{Teniendo finalmente el valor de } \Delta\text{PSI} = 4.00 - 2.50$$

$$\Delta PSI = 1.50$$

- **Numero Estructural Requerido (SN).**

Para determinar las dimensiones de cada una de las capas las que lo conforman la estructura del pavimento se utilizó el método AASHTO 93, en el cual considera principalmente parámetros que están en relación al soporte del CBR, ejes equivalentes acumulados, tasa de crecimiento y periodo de diseño; para hallar el numero estructural (SN) se utilizó la siguiente formula:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \times \log_{10}(Mr) - 8.07$$

Aplicando la formula obtenemos que:

$$\log_{10}(2,840,999.76) = -1.036 \times 0.45 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{1.50}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \times \log_{10}(8128.34) - 8.07$$

Numero Estructural Requerido (SNR)

$$SNR = 3.9461$$

Teniendo en cuenta que existe un programa denominado ecuación AASHTO y con fines prácticos se obtuvo el valor de SN utilizando este programa cuyo valor es 3.946.

**Diseño de Pavimento Flexible**

Euación AASHTO

Serviciabilidad Inicial y Final

PSI Inicia: 4

PSI Final: 2.5

Confiabilidad [Zr] y Desviación Estandar

Zr: -1.037

So: 0.45

Seleccionar dato que tiene

Espesor D  Eje W18

W18: 2840999.76

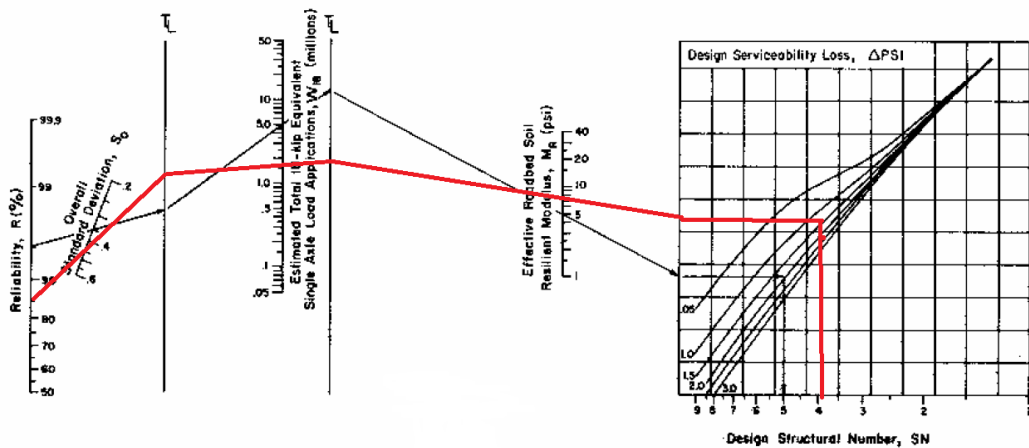
Módulo de Reacción de la Subrasante

K: 8128.34 psi

Resultado

D: 3.94617 psi

Calcular Insertar Limpiar



Comprobando con el Abaco de AASHTO, tenemos como resultado  
 $SNR = 3.94$

- **Selección de los espesores de capa.**

Una vez determinado el numero estructural de diseño para dimensionar el pavimento, es necesario determinar el grupo de espesores de cada capa, lo cual al juntarse ofrecen una capacidad de carga necesaria para el Numero



Estructural (SN) de diseño, la ecuación que proporcionara las dimensiones de estas capas están en correlación con el Numero Estructural (SN), para convertir el SN en espesores reales para la superficie, base y sub base.

$$SNR = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales de capa.

$D_1, D_2, D_3$  = Espesores de capa.

$m_2, m_3$  = Coeficientes de drenaje.

Para los valores de coeficientes estructurales de las capas de Pavimento. Ver anexo, cuadro N° 30

$a_1 = 0.170$

$a_2 = 0.052$

$a_3 = 0.047$

#### **Determinación del valor $m_2, m_3$ .**

**Condiciones de drenaje:** dichas condiciones de drenaje dependiendo de la zona en la que está ubicado el proyecto son buenas con evacuación de agua naturalmente dentro de 1 día, por ende, los valores para  $m_2$  y  $m_3$  se establecen en función al cuadro siguiente:

**TABLA N° 16 Condición de drenaje.**

<b>Calidad de drenaje</b>	<b>Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada.</b>
Excelente	2 horas
<b>Bueno</b>	<b>1 día</b>
Mediano	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no evacua

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 93.

**TABLA N° 17 Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares.**

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	<b>1.00</b>
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 93.

Para este proyecto se tomó los valores de diseño teniendo en cuenta las tablas anteriores asumiendo:  $m_2 = 1.00$  y  $m_3 = 1.00$

**TABLA N° 18 Coeficientes estructurales de capa.**

Capa	$a_i$	$m_i$
Carpeta Asfáltica	0.170	-
Base Granular	0.052	1.00
Sub – Base Granular	0.047	1.00
Subrasante		

Fuente: elaboración propia.

$$SN = a_1x d_1 + a_2x d_2 m_2 + a_3x d_3 m_3$$

Fuente de la guía AASHTO 93.

**Diseño de la estructura del pavimento (Método AASHTO 93 requerido)**

$$\text{SNR} = 0.170 \times 10 + 0.052 \times 25 \times 1 + 0.047 \times 25 \times 1$$

$$\text{SNR} = 4.175$$

$$\text{SNR (RESULTADO)} > \text{SNR (REQUERIDO)}$$

$$4.175 > 3.95$$

Capa 1: 10 cm (Carpeta Asfáltica)

Capa 2: 25 cm (Base Granular)

Capa 3: 25 cm (Sub Base Granular)

**DISEÑO DE ESPESORES**

Capas	ai	Di	mi	ai x Di x mi
Carpeta asfáltica	0.170	10 cm	-	1.70
Base Granular	0.052	25 cm	1.00	1.30
Sub Base Granular	0.047	25 cm	1.00	1.175
SN	3.95	≤		4.175

**Estructura del Pavimento.**



Fuente: elaboración propia.

#### **IV. DISCUSIÓN**

La presente investigación tuvo como finalidad realizar el diseño de la carretera Carhuaz – Hualcán, Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash. Es por ello que en esta parte se discutirá los resultados conseguidos según los objetivos trazados, antecedentes, teoría y normativa vigente, quien constituye todas las medidas necesarias para el diseño y función en el tiempo de vida proyectado.

Como primer objetivo fue identificar la zona de estudio para la delimitación de mi proyecto de investigación, la cual se delimito desde el Km 0+000 hasta el Km 3+000 porque es en esta zona donde los vehículos transitan con mayor frecuencia, esta delimitación se realizó con el fin de solucionar el problema de transitabilidad en ese tramo. Este resultado es similar a Rengifo (2014), quien delimito el tramo Huacho a Pativilca de 1 km de estudio.

En cuanto al estudio de tráfico se determinó el Índice Medio Diario (IMD), se realizó el conteo de tráfico en 7 días calendarios y se asignó como periodo de diseño 20 años, el cual me dio como resultado un ESAL de  $2.84 \times 10^6$  y esto es factible ya que se tomó en cuenta el factor de crecimiento real. De los resultados obtenidos de acuerdo a su clasificación es una carretera de Tercera Clase con un índice medio anual (IMDA) de 389 veh/día, me deja un rango anual menor a 400 veh/día por tanto me permitió realizar cada 2km un CBR de acuerdo al Manual de Carreteras de Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) por otra parte el resultado del ESAL encontrado por Gómez (2014) es superior quien obtuvo un ESAL de  $8.10 \times 10^7$ , por lo que su diseño de pavimento será con un espesor mayor al nuestro.

Como tercer objetivo trazado fue determinar las propiedades del suelo, por lo que se efectuaron 3 calicatas cuyas dimensiones fueron de 1.00 m x 1.00 m x 1.50 m fueron distribuidas cada kilómetro debido a que es una carretera de tercera clase. Así mismo se extrajo muestras para realizar el ensayo de CBR, los estratos analizados reflejaron que el tramo del proyecto presenta suelo con partículas gruesas con finos y presencia de arena arcillosa, con un valor de CBR de 7% y 6.1 %; cuyos resultados muestran que el terreno tiene una subrasante regular de acuerdo con el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

(2014). Estos resultados son un tanto similares a los que fueron encontrados por Rengifo (2014) que obtuvo un 7.7 % y Escobar & Hincho (2017) que obtuvieron 7.2% de CBR. Al comparar los resultados con el manual del MTC ellos sugieren para el diseño una carpeta asfáltica de 9 cm y con una base de 25 cm y sub base de 23 cm para un IMD de 389 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 encontré un CBR de 6.1% y se debe diseñar con el CBR de diseño encontrado, solo el manual es referencial por tanto opte 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 de los pavimentos ya que los rangos son muy desviados.

En cuanto al diseño de la estructura del pavimento por el método AASHTO 93 que encuentra enmarcado de acuerdo al manual de carreteras de diseño geométrico (2018); quien establece los parámetros técnicos necesarios a utilizar en el diseño, como resultado se obtuvo un espesor de carpeta asfáltica de 10 cm, base granular de 25 cm y sub base de 25 cm. Estos resultados son parecidos al de Escobar & Hincho (2017) que obtuvieron 13.50 cm de carpeta asfáltica, base de 9.00 cm y sub base de 14.50 cm.

Por otro lado, de estos resultados se desprende información que puede ser de utilidad para las instituciones como el manual del MTC, el gobierno local y otros de tal modo que puedan promover el mejoramiento o intervención en el periodo requerido para una mejor serviciabilidad de esta vía.

## V. CONCLUSIONES.

- Se encontró con IMD 389 veh/día por tanto esto ayudo para tomar coeficientes y valores de diseño de la carpeta asfáltica y los estudios específicos de acuerdo al manual de carreteras de suelos, geología, geotecnia y pavimentos como también al usar las metodologías del AASTHO 93.
- Según los estudios encontrados la zona se encontró un ESAL de 2,840,999 de ejes equivalentes, por lo que de acá 20 años se tendrá que realizar nuevamente un estudio de tráfico para determinar el nuevo ESAL, se deduce que a mayor ESAL aumentara la carpeta asfáltica requerida y menor ESAL disminuirá la carpeta asfáltica, de esa manera la estructura trabajara en las óptimas condiciones.
- El CBR influye directamente porque al diseñar en el pavimento flexible, se encontró un CBR de diseño 6.1% y por ser el mismo suelo es recomendable trabajar con el mismo en todo el tramo, si se encontrara un CBR menor se optaría por estabilizar o utilizar otros métodos de estabilización. El CBR no influye en la carpeta asfáltica, sino en la sub base y, por lo tanto, se deduce que a mayor CBR disminuye el espesor de la sub base y a menor CBR se incrementa la sub base.
- En el método AASHTO 93 para el cálculo del espesor de la estructura del pavimento, relaciona las variables, considerando principalmente los factores equivalentes de ejes tipo 80 Kn o ESAL y el módulo de resiliente de la sub rasante MR, a su vez la fórmula de número estructural permitió obtener diversas opciones para la conformación de la estructura.
- Se diseñó el pavimento, en el cual se obtuvo una estructura de 25 cm de espesor de sub base y 25 cm para base, usando el reglamento de un diseño de carreteras pavimentadas y para el pavimento flexible en caliente se obtuvo un espesor de 10 cm

## **VI. RECOMENDACIONES**

- En el estudio de suelos tener muy en cuenta los CBR críticos menores a 3%, si fuera el caso que se encuentre un CBR crítico proponer otras alternativas de estabilización de la sub rasante.
- Es necesario que se continúe investigando sobre esta metodología, pero aplicando a otros lugares de pavimento flexible como Carhuaz – Maya, y solucionar los problemas de pavimentación en los accesos a Carhuaz.
- Tener en cuenta en los estudios de tráfico, los flujos vehiculares inesperados ya que los pavimentos están diseñados para un ESAL determinado, es por ello que pueden dañar la carpeta de rodadura con un incremento de flujo vehicular.
- Tener en cuenta otros parámetros de diseño como proceso constructivo, factores climáticos, calidad de materiales ya que por esos procesos presentan diversas fallas en pleno proceso constructivo.
- Realizar más de dos ensayos de CBR de la sub rasante, para la obtención de un valor medio, lo cual nos permitirá obtener un valor óptimo del módulo resiliente MR de la sub rasante.
- Para poder determinar el valor de confiabilidad se debe tener en cuenta el uso del pavimento, ya que el costo del pavimento sería elevado, si el nivel de serviciabilidad no alcanza su uso esperado, será necesario realizar mantenimientos. El nivel de confiabilidad alto implicaría que un pavimento se realice con mayores costos iniciales.

## VII. REFERENCIAS.

- AGUILAR Quispe, Rene “Diseño de pavimento flexible de la calle san miguel de piura- asociación huacsapata, paucarpataarequipa, usando el módulo de resiliencia efectivo” Arequipa, 2015, 344pp.
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/ Secretaria de Integración Económica Centroamericana. Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala. 2002.
- ALFONSO Fonseca. Ingeniería de Pavimentos. 3º edición. Tomo I. Colombia. 2006.
- BELLIDO Arevalo, Arturo “Diseño geométrico de la carretera y puente cosñirhua del sector Paclla – Cosñirhua – Tapay Prog. 0+000 al 18+482” – Arequipa, 2014, 510pp.
- BOWLES J. “Manual de Laboratorios de Suelos”. Editorial Mc Graw. 1º Edición. Bogota. 2012
- GOMEZ Vallejos, Susan “Diseño estructural del Pavimento Flexible para el anillo vial del Óvalo Gran – Trujillo – La Libertad” Trujillo, 2014, 121pp.
- GUEVARA Alfaro, Marco “Propuesta de diseño de pavimento flexible del pasaje I del Centro Urbano Informal del Sector San Miguel distrito de Trujillo” Trujillo, 2017. 155pp.
- HUANG, Y.H., “Pavement analysis and design”. U.S.A: ED SECOND. UNIVERSITY OF KENTUCKI. 2014.
- INGENIEROS, Consultores S.A. 2008. "Manual ambiental para carreteras Metodología y Especificaciones". La Paz, 2008.
- LAVIN, P., “Pavement Structural Design”. Reino Unido: Spon Press. 2013.
- LOPEZ Espinoza, Luz “Diseño de pavimento flexible de las calles del aa.hh nuevo indoamerica, del distrito de la esperanza – trujillo – la libertad”. Trujillo, 2015, 116pp.
- LOZANO Paredes, David “Diseño óptimo de la estructura del pavimento flexible en la h.u.p. villa victoria del distrito de nuevo chimbote, mediante el método del instituto del asfalto y aashto” Nuevo Chimbote, 2015, 161pp.
- MAMANI Zapana, Edwin “Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera tiquillaca, vilque del km 20+700 al 29+300” Puno, 2015.



- MANUAL DE CARRETERAS, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima, 2014, 302pp.
- MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES, Lima, 2016, 1269pp.
- MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2014. mtc. Manual de carreteras, Diseño Geometrico. [En línea] octubre de 2014. 328pp.
- MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2014. mtc. Manual de carreteras, Diseño Geometrico. [En línea] 2018. 285pp.
- MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2014. mtc. Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección suelos y Pavimentos. [En línea] 2013. 355pp.
- MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2013. mtc. Manual de carreteras, Especificaciones técnicas generales para construcción. [En línea] junio de 2013. 1282pp.
- MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. 2013. mtc. Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018. [En línea] 2018. 285pp.
- MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2014. mtc. Manual de carreteras - Conservación Vial. [En línea] 2013. 1243pp.
- PALACIOS, Enrique y VIVAS, Marco. "Evaluación del Diseño Geométrico de la Carretera Ferreñafe-Manuel Mesones Muro, Distrito de Ferreñafe, Provincia de Ferreñafe". Ferreñafe, 2016
- PEÑA Villalba, Ruben "Diseño de la carretera tramos: alto huayatan - cauchalda - rayambara, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad" Trujillo, 2017, 278pp.
- POLO, Alexander. "Evaluación del Diseño Geométrico de la Trocha Carrozables Pimpingos - Perla Mayo, Distrito de Pimpingos, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca". Pimpingos, 2016
- RICO Alfonso, TELLEZ Rodolfo & GARNICA Paul, "Pavimentos flexibles. Problemática, Metodologías de diseño y tendencias." Mexico, 2012, 145pp.
- RIVAS Ortiz & MERCADO Espinoza, "Propuesta de diseño de estructura de pavimento flexible del tramo comprendido del Km 2.3 al Km2.8 de la carretera Panamericana Sur, aplicando el método de la AASHTO 93". Nicaragua, 2015, 150pp.

- SALAMANCA Niño & ZULUAGA Bautista, “Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los Métodos invias, aashto 93 e instituto del asfalto para la vía la Ye - santa lucia barranca lebrija entre los abscisas k19+250 a K25+750 ubicada en el departamento del Cesar”, Colombia 2014, 289 pp.
- SARMIENTO Soto & ARIAS Choque, “Análisis y diseño vial de la avenida martir olaya ubicada en el distrito de lurín del departamento de Lima”. Lima, 2015, 162pp.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA. “Laboratorio de Mecánica de Suelos”. Editorial Ausonia S.A. Lima, 2014.
- YARANGO Serrano, Eduardo “Rehabilitación de la carretera de acceso a la sociedad minera cerro verde (s.m.c.v) desde la prog. Km 0+000 hasta el km 1+900, en el distrito de uchumayo, arequipa, arequipa. Empleando el sistema bitufor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la vida útil del pavimento.” Lima, 2014, 243pp.

# **ANEXO N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO DE LA INVESTIGACION	VARIABLES
<p>“Análisis y propuesta de diseño del pavimento flexible en la carretera Carhuaz – Hualcán”</p>	<p><b>GENERAL:</b> ¿Qué características tendrá el diseño de estructura del pavimento flexible en la carretera Carhuaz – Hualcán?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Proponer el diseño de una estructura del pavimento flexible para la carretera Carhuaz – Hualcán.</p>	<p><b>GENERAL:</b> Hipótesis implícita</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> : Aplicada</p>	<p>Diseño del pavimento flexible</p>
	<p><b>ESPECIFICO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo realizar los estudios de mecánica de suelos?</li> <li>• ¿Cómo determinar el volumen de transito que circulan en el tramo de la carretera durante el periodo de diseño?</li> <li>• ¿Cómo diseñar la estructura del pavimento flexible con el método AASHTO 93?</li> <li>• ¿Cómo determinar los espesores de los elementos que forman la estructura del pavimento flexible?</li> </ul>	<p><b>ESPECIFICO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la zona de estudio para la delimitación de la investigación.</li> <li>• Determinar el índice medio diario para diseñar el pavimento flexible en el tramo Carhuaz-Hualcán.</li> <li>• Determinar las propiedades físicas – mecánicas del suelo mediante Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.</li> <li>• Determinar el CBR y ESAL de diseño.</li> <li>• Diseñar la estructura del pavimento flexible con el método AASHTO 93.</li> <li>• Determinar los espesores de los elementos que formaran la estructura de pavimento flexible.</li> </ul>		<p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>  Diseño no experimental, transeccional.</p>	

# **ANEXO N° 2 CONSTANCIA Y VALIDACIÓN**



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

## CONSTANCIA

El que suscribe Ing. **YORI ELOY; HUAMAN ROMERO**, Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos del laboratorio "YHR"

## CERTIFICA

Que el Sr. James Josmar Rodriguez Rupay identificado con DNI N°73462577, ha ejecutado los ensayos de laboratorio (Análisis Granulométrico por tamizado, Ensayo C.B.R., Proctor Modificado, Límites de Consistencia y Contenido de Humedad), para el proyecto "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN".

El presente certificado se suscribe para los fines que el interesado crea conveniente.

Huaraz, 06 de junio del 2018.

Atentamente:

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R.  
  
Ing. Yori Huaman Romero  
ING. CIVIL CIP. 147922  
ING. GEOTECNIA  
REPRESENTANTE

Oficina: Av. Raymondi n° 1508, San Francisco – Huaraz – Ancash.  
Cel: 943724493 / RPM: #943724493

E-mail: yoribrayan@hotmail.com





**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

Proyecto de tesis	: "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN".	Fecha: ...../...../2018
Investigador	: Rodriguez Rupay James Josmar	

**1.- ASPECTOS DE EVALUACIÓN**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					
		Validez nula	Validez baja	Valida	Muy valida	Excelente validez	Validez perfecta
		0.00-10.53	0.54-0.59	0.60-0.65	0.66-0.71	0.72-0.99	1.00
I.	ASPECTOS GENERALES					0.82	
II.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO.					0.76	
III.	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SUELO					0.91	
IV.	DEFORMACIONES					0.90	
V.	DISEÑO						1

**2. PROMEDIO**

Valor promedio (%)

0.88

**3. DATOS DEL EVALUADOR**

NOMBRES	YORI ELOY	FIRMA LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R  Ing. Yori Huaman Romero ING. CIVIL CIP. 147922 M.S. GEOTECNIA REPRESENTANTE
APELLIDOS	HUAMAN ROMERO	
CIP N°	147922	
CENTRO LAB	"YHR"	
CEL / EMAIL	Yoribrayan@hotmail.com	

# **ANEXO N° 3 ENSAYOS DE LABORATORIO**



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY

PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN  
LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN"

UBICACIÓN : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH  
FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 ABRIL DE 2018  
FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 MAYO DE 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C - 01
UBICACIÓN	KM 01+000
PROFUNDIDAD (m)	1.30

PESO INICIAL SECO: 1535.10 %QUE PASA MALLA N°200: 19.0  
PESO LAVADO SECO: 1247.18 %RETENIDO MALLA 3": 0.0

TAMIZ ASTM	DIÁMETRO (mm.)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	%PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	172.9	11.3	11.3	88.7
3/4"	19.000	66.4	4.3	15.6	84.4
1/2"	12.500	35.5	2.3	17.9	82.1
3/8"	9.500	29.7	1.9	19.8	80.2
1/4"	6.250	49.8	3.2	23.1	76.9
N°4	4.750	51.5	3.4	26.4	73.6
N°10	2.000	194.0	12.6	39.1	60.9
N°20	0.850	153.6	10.0	49.1	50.9
N°40	0.425	162.5	10.6	59.7	40.3
N°60	0.250	37.6	2.4	62.1	37.9
N°140	0.106	154.8	10.1	72.2	27.8
N°200	0.075	135.2	8.8	81.0	19.0
TOTAL		1243.50	81.0		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SÍMBOLO		<b>SC</b>
SUCS ASTM D-2487	NOMBRE DE GRUPO	SUELO DE PARTICULAS GRUESAS CON FINOS CON PRESENCIA DE ARENA ARCILLOSA.
AASHTO ASTM D-3282 M-145	DENOMINACION	A-2-6

OBSERVACIÓN: La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R

*Yori Huaman*  
Ing. Yori Huaman Romero  
ING. CIVIL CIP: 147922  
MG. GEOTECNIA  
REPRESENTANTE



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY

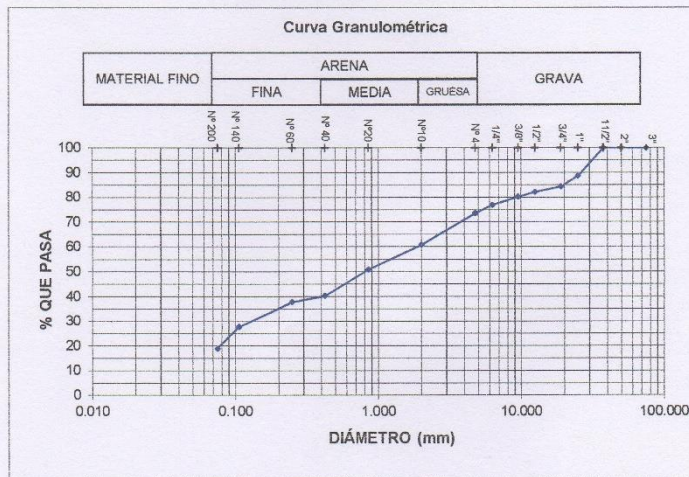
PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN"

UBICACIÓN : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 ABRIL DE 2018

FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 MAYO DE 2018

CALICATA	C - 01
UBICACIÓN	KM 01+000
PROFUNDIDAD (m)	1.30



GRAVA (%) = 26.43	ARENA (%) = 54.57	ARCILLA (%) = 19.00
-------------------	-------------------	---------------------

OBSERVACIÓN: La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R  
  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
 ING. CIVIL CIP 147922  
 M.G. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY  
 PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"  
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH  
 FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 DE ABRIL DE 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 DE MAYO DE 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA	C - 02
UBICACIÓN	KM 02+000
PROFUNDIDAD (m)	1.50

PESO INICIAL SECO: 1823.02 %QUE PASA MALLA N°200: 20.8  
 PESO LAVADO SECO: 1405.89 %RETENIDO MALLA 3": 0.0

TAMIZ ASTM	DIÁMETRO (mm.)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	%PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	175.6	9.6	9.6	90.4
3/4"	19.000	93.1	5.1	14.7	85.3
1/2"	12.500	62.3	3.4	18.2	81.8
3/8"	9.500	56.1	3.1	21.2	78.8
1/4"	6.250	78.9	4.3	25.6	74.4
N°4	4.750	68.7	3.8	29.3	70.7
N°10	2.000	187.3	10.3	39.6	60.4
N°20	0.850	159.7	8.8	48.4	51.6
N°40	0.425	165.5	9.1	57.4	42.6
N°60	0.250	73.2	4.0	61.5	38.5
N°140	0.106	151.8	8.3	69.8	30.2
N°200	0.075	172.4	9.5	79.2	20.8
TOTAL		1444.60	79.2		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS ASTM D-2487	SÍMBOLO	SC
	NOMBRE DE GRUPO	SUELO DE PARTICULAS GRUESAS CON FINOS CON PRESENCIA DE ARENA ARCILLOSA.
AASHTO ASTM D-3282 M-145	DENOMINACION	A-2-6

OBSERVACIÓN: La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R

Ing. Yori Human Romero  
 ING. CIVIL CIP 347922  
 /MG. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY

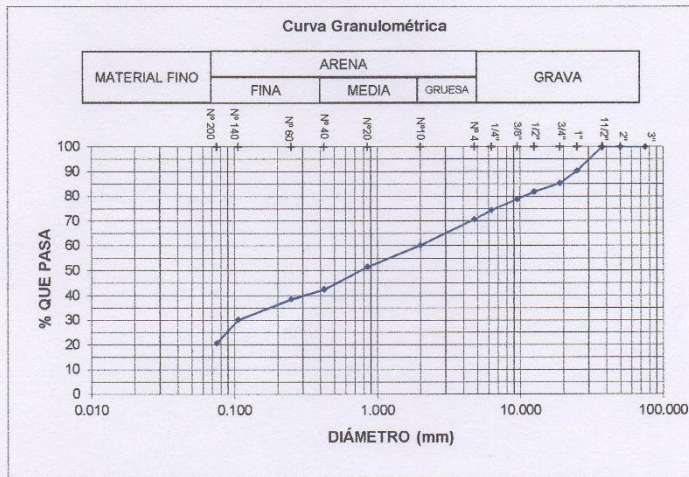
PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN"

UBICACIÓN : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 DE ABRIL DE 2018

FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 DE MAYO DE 2018

CALICATA	C - 02
UBICACIÓN	KM 02+000
PROFUNDIDAD (m)	1.50



GRAVA (%) = 26.43	ARENA (%) = 54.57	FINOS (%) = 21.34
-------------------	-------------------	-------------------

OBSERVACIÓN: La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R  
  
**ING. Yory Huaman Romero**  
 ING. CIVIL CIP. 147922  
 / ING. GEOTECNIA REPRESENTANTE



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY

PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN"

UBICACIÓN : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 DE ABRIL DE 2018

FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 DE MAYO DE 2018

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422**

CALICATA	C - 03
UBICACIÓN	KM 03+000
PROFUNDIDAD (m)	1.40

PESO INICIAL SECO: 1428.50 %QUE PASA MALLA N°200: 20.2  
 PESO LAVADO SECO: 1136.10 %RETENIDO MALLA 3": 0.0

TAMIZ ASTM	DIÁMETRO (mm.)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	%PASA
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	165.2	11.6	11.6	88.4
3/4"	19.000	57.3	4.0	15.6	84.4
1/2"	12.500	45.6	3.2	18.8	81.2
3/8"	9.500	39.1	2.7	21.5	78.5
1/4"	6.250	43.6	3.1	24.6	75.4
N°4	4.750	48.3	3.4	27.9	72.1
N°10	2.000	174.6	12.2	40.2	59.8
N°20	0.850	139.7	9.8	49.9	50.1
N°40	0.425	153.4	10.7	60.7	39.3
N°60	0.250	27.8	1.9	62.6	37.4
N°140	0.106	144.1	10.1	72.7	27.3
N°200	0.075	101.3	7.1	79.8	20.2
TOTAL		1140.00	79.8		

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

SÍMBOLO	<b>SC</b>	
SUCS ASTM D-2487	NOMBRE DE GRUPO	SUELO DE PARTICULAS GRUESAS CON FINOS CON PRESENCIA DE ARENA ARCILLOSA.
AASHTO ASTM D-3282 M-145	DENOMINACION	A-2-6

**OBSERVACIÓN:** La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R  
  
 Ing. Yori Huaman Romero  
 ING. CIVIL CIP: 147922  
 M.G. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY

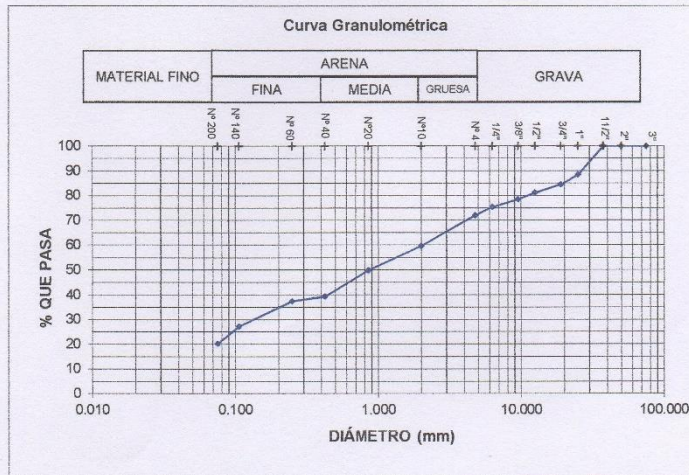
PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUACÁN"

UBICACIÓN : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 DE ABRIL DE 2018

FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 DE MAYO DE 2018

CALICATA	C - 03
UBICACIÓN	KM 03+000
PROFUNDIDAD (m)	1.40



GRAVA (%) = 26.43	ARENA (%) = 54.57	FINOS (%) = 21.34
-------------------	-------------------	-------------------

OBSERVACIÓN: La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R.  
  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
 ING. CIVIL CIP. 147922  
 MG. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE

**LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY  
 PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE CARHUAZ, PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH  
 FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 DE ABRIL DE 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 DE MAYO DE 2018

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
 NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	C - 01	UBICACIÓN	KM 01+000	PROF. (m)	1.30
CANTERA	-	MUESTRA	M-01		

1	N° DEL RECIPIENTE		1	2	3	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		27.0	27.0	27.2	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		253.9	206.3	225.03	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		235.4	190.8	208.82	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		18.5	15.6	16.2	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		208.4	163.7	181.6	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		8.9	9.5	8.9	9.1

**OBSERVACIONES :**  
 La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R.  
  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
 ING. CIVIL CIP. 147922  
 /MG. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



**LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY  
 PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE CARHUAZ, PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH  
 FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 DE ABRIL DE 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 DE MAYO DE 2018

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
 NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	C - 02	UBICACIÓN	KM 02+000	PROF. (m)	1.50
CANTERA	-	MUESTRA	M-01		

1	N° DEL RECIPIENTE		1	2	3	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		27.0	27.0	27.2	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		241.6	231.3	229.7	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		223.4	214.7	207.1	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		18.2	16.6	22.6	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		196.4	187.7	179.9	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		9.3	8.8	12.6	10.2

**OBSERVACIONES :**  
 La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R  
  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
 ING. CIVIL CIP. 147922  
 M.G. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



**LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY  
 PROYECTO : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA  
 CARHUAZ – HUALCÁN"  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE CARHUAZ, PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH  
 FECHA DE RECEPCION : HUARAZ, 15 DE ABRIL DE 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : HUARAZ, 20 DE MAYO DE 2018

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
 NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	C - 03	UBICACIÓN	KM 03+000	PROF. (m)	1.40
CANTERA	-	MUESTRA	M-01		

1	N° DEL RECIPIENTE		1	2	3	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		27.0	27.0	27.2	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		234.1	204.9	228.1	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		210.3	187.4	218.7	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4) (g)		23.8	17.5	9.4	
6	PESO DEL SUELO SECO (4) - (2) (g)		183.3	160.4	191.5	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		13.0	10.9	4.9	9.6

**OBSERVACIONES :**  
 La muestra fue obtenida e identificada por personal de laboratorio.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R  
  
 Ing. Yori Huaman Romero  
 ING. CIVIL CIP. 147922  
 /MG. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



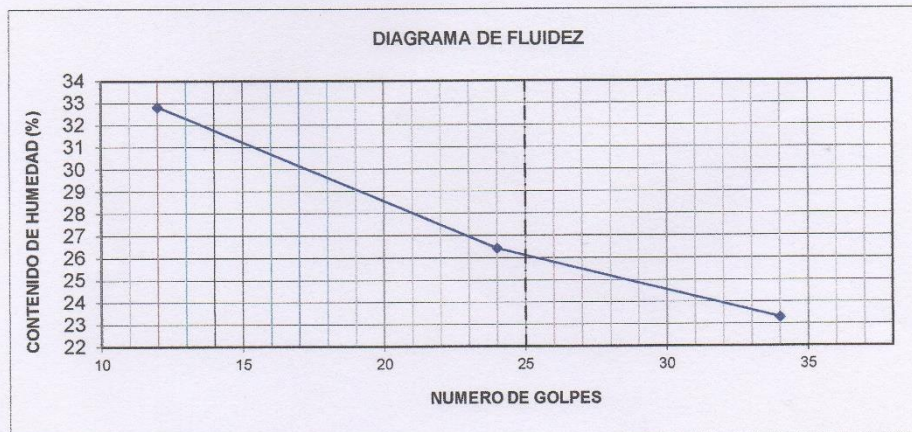
**LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE :	JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY
OBRA :	"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CARHUAZ PROVINCIA DE CARHUAZ - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA DE RECEPCIÓN :	15 DE ABRIL DEL 2018
FECHA DE EMISIÓN :	20 DE MAYO DEL 2018

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129**

CALICATA :	C-01	MUESTRA :	M-01	PROF. (m) :	1.30
UBICACION: KM 01+000					

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
			1	2	3	4	5
			A	B	C	D	E
			34	24	12		
1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	5.64	2.79	3.62	4.27	4.47
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	(g)	12.15	13.36	10.70	6.20	7.5
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	10.92	11.15	8.95	5.97	7.06
4	PESO DEL AGUA	(g)	1.23	2.21	1.75	0.23	0.44
5	PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.28	8.36	5.33	1.7	2.59
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23	26	33	14	17



LÍMITE LÍQUIDO :	28%
LÍMITE PLÁSTICO :	15%
ÍNDICE PLÁSTICO :	13%

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R  
  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
 ING. CIVIL CIP. 147922  
 MG. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



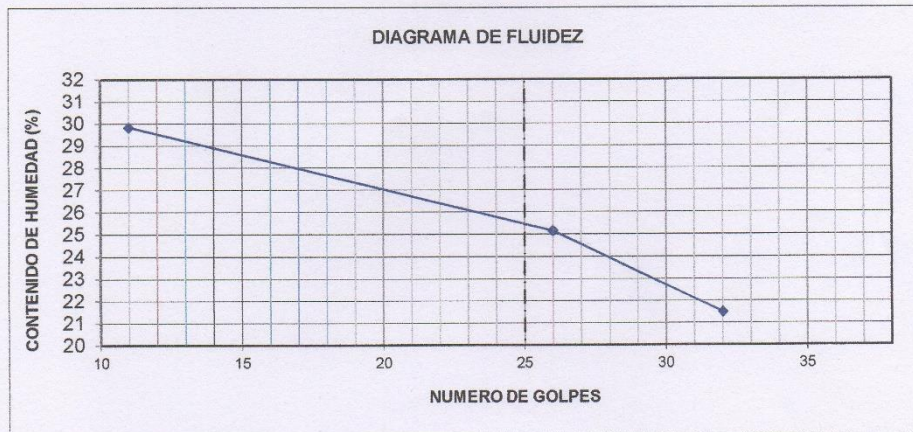
### LABORATORIO DE SUELOS

SOLICITANTE :	JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY
OBRA :	"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CARHUAZ PROVINCIA DE CARHUAZ - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA DE RECEPCION : 15 DE ABRIL DEL 2018	FECHA DE EMISION : 20 DE MAYO DEL 2018

#### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129

CALICATA : C-02	MUESTRA : M-01	PROF. (m) : 1.50
UBICACION: KM 02+000		

PRUEBA N°		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	5
RECIPIENTE N°		A	B	C	D	E
NÚMERO DE GOLPES		32	26	11		
1	PESO DEL RECIPIENTE (g)	5.64	2.79	3.62	4.27	4.47
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	11.52	12.64	11.45	7.36	7.63
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	10.48	10.66	9.65	6.93	7.3
4	PESO DEL AGUA (g)	1.04	1.98	1.8	0.43	0.33
5	PESO DEL SUELO SECO (g)	4.84	7.87	6.03	2.66	2.83
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21	25	30	16	12



LÍMITE LÍQUIDO :	25%
LÍMITE PLÁSTICO :	14%
ÍNDICE PLÁSTICO :	11%

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R

**Ing. Yori Huaman Romero**  
 ING. CIVIL CIP 147922  
 / MG. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



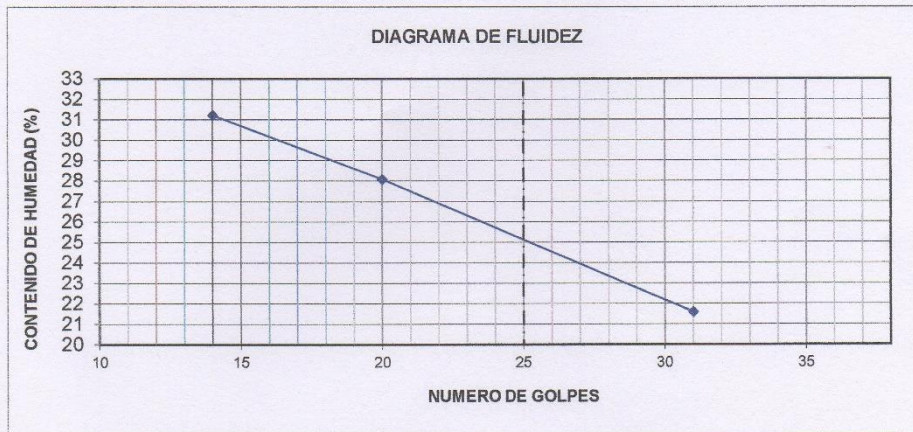
**LABORATORIO DE SUELOS**

SOLICITANTE :	JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY
OBRA :	"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CARHUAZ PROVINCIA DE CARHUAZ - DEPARTAMENTO DE ANCASH
FECHA DE RECEPCION :	15 DE ABRIL DEL 2018
FECHA DE EMISION :	20 DE MAYO DEL 2018

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / NTP 339.129**

CALICATA :	C-03	MUESTRA :	M-01	PROF. (m) :	1.40
UBICACION: KM 03+000					

PRUEBA N°	RECIPIENTE N°	NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
			1	2	3	4	5
			A	B	C	D	E
			31	20	14		
1	PESO DEL RECIPIENTE	(g)	5.64	2.79	3.62	4.27	4.47
2	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	(g)	11.89	14.78	11.48	6.20	7.5
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g)	10.78	12.15	9.61	5.97	7.06
4	PESO DEL AGUA	(g)	1.11	2.63	1.87	0.23	0.44
5	PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.14	9.36	5.99	1.7	2.59
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22	28	31	14	17



LÍMITE LÍQUIDO :	27%
LÍMITE PLÁSTICO :	15%
ÍNDICE PLÁSTICO :	12%

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R.  
  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
 ING. CIVIL CIP. 147922  
 ING. GEOTECNIA  
 REPRESENTANTE



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)**  
ASTM D 1556

**SOLICITANTE** : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY      **UBICACIÓN** : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

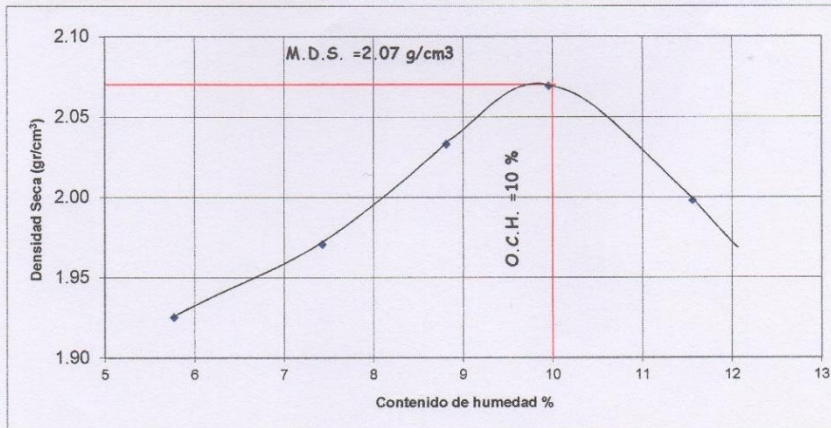
**PROYECTO** : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"      **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.30

**CALICATA** : C-01      **MUESTRA** : M-01

**UBICACION** : Carhuaz      **FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 DE ABRIL DE 2018

**PROGRESIVA** : Km. 01+000      **FECHA DE EMISIÓN** : 20 DE MAYO DE 2018

MOLDE N°	1	Volumen de Molde (cc):	918.9	Tipo de Molde:	4"	Temperatura Secado (°C):	110
CAPAS N°	5	Golpes (N°):	25	Peso de Molde (gr.):	1985.7	Método:	A
MUESTRA		N°	1	2	3	4	5
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grns.		3857	3931.1	4018.6	4076.6	4033.7
PESO DEL MOLDE	Grns.		1985.7	1985.7	1985.7	1985.7	1985.7
PESO DEL SUELO HUMEDO	Grns.		1871.3	1945.4	2032.9	2090.9	2048
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	Grns/c.c.		2.04	2.12	2.21	2.28	2.23
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
RECIPIENTE	N°		1	2	3	4	5
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grns.		128.9	125.9	116.8	125.9	126.5
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grns.		123.4	119.1	109.4	116.9	116.2
PESO DE LA CAPSULA	Grns.		27.7	27.2	26.2	26.8	26.7
PESO DEL AGUA	Grns.		5.5	6.8	7.3	9.0	10.3
PESO DEL SUELO SECO	Grns.		95.7	91.9	83.2	90.1	89.5
HUMEDAD	%		5.8	7.4	8.8	10.0	11.6
DENSIDAD DE SUELO SECO	Grns/c.c.		1.93	1.97	2.03	2.07	2.00



DENSIDAD MAXIMA = **2.07**      HUMEDAD OPTIMA = **10**

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R.  
*Yori Huaman Romero*  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
ING. CIVIL CIP. 147922  
/MG. GEOTECNIA  
REPRESENTANTE

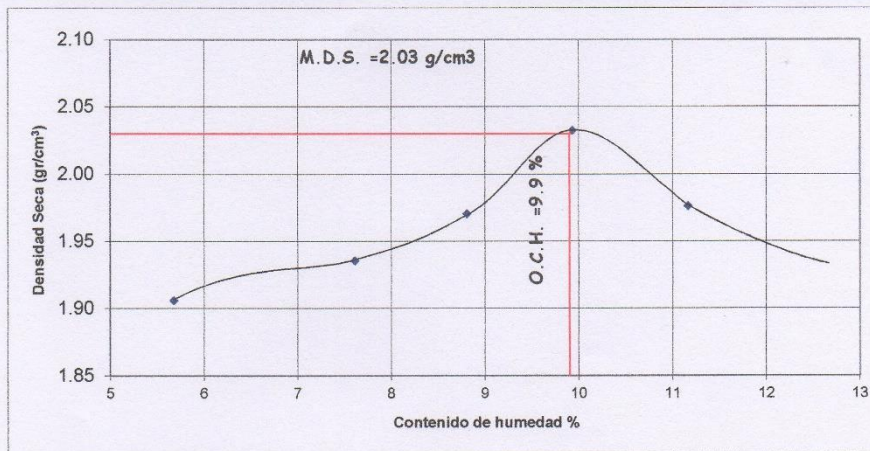
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)**  
ASTM D 1556

**SOLICITANTE** : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY      **UBICACIÓN** : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

**PROYECTO** : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"      **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

**CALICATA** : C-02      **MUESTRA** : M-01  
**UBICACION** :      **FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 DE ABRIL DE 2018  
**PROGRESIVA** : Km. 02+000      **FECHA DE EMISIÓN** : 20 DE MAYO DE 2018

MOLDE N°	1	Volumen de Molde (cc):	918.9	Tipo de Molde:	4"	Temperatura Secado (°C):	110
CAPAS N°	5	Golpes (N°):	25	Peso de Molde (gr.):	1985.7	Método:	A
MUESTRA	N°	1	2	3	4	5	
PESO SUELO HUMEDO+MOLDE	Grns.	3836.6	3899.9	3956.1	4039.1	4004.6	
PESO DEL MOLDE	Grns.	1985.7	1985.7	1985.7	1985.7	1985.7	
PESO DEL SUELO HUMEDO	Grns.	1850.9	1914.2	1970.4	2053.4	2018.9	
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	Grns/c.c.	2.01	2.08	2.14	2.23	2.20	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
RECIPIENTE	N°	1	2	3	4	5	
PESO SUELO HUMEDO+CAPSULA	Grns.	124.5	120.3	111.5	128.6	124.3	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	Grns.	119.3	113.3	104.6	119.4	114.5	
PESO DE LA CAPSULA	Grns.	27.7	21.3	26.2	26.8	26.7	
PESO DEL AGUA	Grns.	5.2	7.0	6.9	9.2	9.8	
PESO DEL SUELO SECO	Grns.	91.6	92.0	78.4	92.6	87.8	
HUMEDAD	%	5.7	7.6	8.8	9.9	11.2	
DENSIDAD DE SUELO SECO	Grns/c.c.	1.91	1.94	1.97	2.03	1.98	



DENSIDAD MAXIMA =	2.03	HUMEDAD OPTIMA =	9.9
-------------------	------	------------------	-----

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R

*Y. Huaman Romero*  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
ING. CIVIL CIP: 147922  
ING. GEOTECNIA  
REPRESENTANTE



CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)  
ASTM D 1883

**SOLICITANTE** : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY **UBICACIÓN** : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

**PROYECTO** : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN PROFUNDIDAD (m.) : 1.30 LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"

**CALICATA** : C-01 **MUESTRA** : M-01  
**UBICACION** : Carhuaz **FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 DE ABRIL DE 2018  
**PROGRESIVA** : Km. 01+000 **FECHA DE EMISIÓN** : 20 DE MAYO DE 2018

	1	2	3
MOLDE N°	5	5	5
N° DE CAPAS	56	25	10
N° DE GOLPES POR CAPA			
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2323	2323	2323
PESO DE MOLDE	8318.3	8490.6	7548.8
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	13365.7	13093.4	11898.3
PESO DEL SUELO HUMEDO	5047.4	4602.8	4349.5
DENSIDAD HUMEDA	2.17	1.98	1.87
RECIPIENTE N°	18	7	2
PESO DE RECIPIENTE	27.6	27.2	27.1
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUM	121.3	167.0	163.2
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	116.7	154.5	150.3
PESO DE AGUA	4.6	12.5	12.9
PESO DE SUELO SECO	89.1	127.3	123.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	5.1	9.8	10.5
DENSIDAD SECA	2.07	1.80	1.69

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
			DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				Pulg.	%		Pulg.	%		Pulg.	%
NO EXPANSIVO											

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (in.)	PATRÓN (Lb/pulg <sup>2</sup> )	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA
0.025		13	4	33	9	4	23	3	10	17
0.050		26	8	46	21	9	37	6	17	23
0.075		44	12	59	37	15	46	8	27	36
0.100	1000	62	15	64	49	21	51	11	33	43
0.150		108	24	68	67	33	59	19	45	52
0.200	1500	162	34	75	88	46	65	26	52	58
0.250		206	56	81	102	59	70	33	67	68
0.300		240	70	91	113	71	83	40	77	79
0.400			127	134		96	116		107	99
0.500										

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R.  
*Y.H.R.*  
**Ing. Yori Human Romero**  
ING. CIVIL CIP. 147922  
MG. GEOTECNIA  
REPRESENTANTE



CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)  
ASTM D 1883

**SOLICITANTE** : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ **UBICACIÓN** : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH  
RUPAY

**PROYECTO** : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN PROFUNDIDAD (m.) : 1.50  
LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"

**CALICATA** : C-02 **MUESTRA** : M-01  
**UBICACION** : **FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 DE ABRIL DE 2018  
**PROGRESIVA** : Km. 02+000 **FECHA DE EMISIÓN** : 20 DE MAYO DE 2018

MOLDE N°	1		2		3	
	5		5		5	
N° DE CAPAS	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
MUESTRA	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR	SATURADA	SIN SATURAR
VOLUMEN DE MOLDE	2323		2323		2323	
PESO DE MOLDE	8009.4		8290.3		7469.8	
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO	13136.4		12996.6		11789.3	
PESO DEL SUELO HUMEDO	5127		4706.3		4319.5	
DENSIDAD HUMEDA	2.21		2.03		1.86	
RECIPIENTE N°	18		7		2	
PESO DE RECIPIENTE	25.4		27.2		27.1	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO HUM	110.3		155.3		143.3	
PESO DE RECIPIENTE + SUELO SECO	103.4		145.8		132.6	
PESO DE AGUA	6.9		9.5		10.7	
PESO DE SUELO SECO	78.0		118.6		105.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.8		8.0		10.1	
DENSIDAD SECA	2.03		1.88		1.69	

EXPANCIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	56 GOLPES				25 GOLPES				10 GOLPES			
			EXPANCIÓN		EXPANCIÓN		EXPANCIÓN		EXPANCIÓN					
			DIAL	EXPANCIÓN	DIAL	EXPANCIÓN	DIAL	EXPANCIÓN	DIAL	EXPANCIÓN				
			Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%	Pulg.	%		
NO EXPANSIVO														

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg.)	PATRÓN (Lb./pulg <sup>2</sup> )	56 GOLPES			25 GOLPES			10 GOLPES		
		DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA	DIAL	CARGA	CARGA UNITARIA
0.025		13	4	29	9	4	25	3	10	15
0.050		26	8	37	21	9	33	6	17	21
0.075		44	12	55	37	15	42	8	67	35
0.100	1000	62	15	59	49	21	49	11	72	41
0.150		108	24	67	67	33	58	19	85	49
0.200	1500	162	34	71	88	46	62	26	92	54
0.250		206	56	86	102	59	76	33	107	61
0.300		240	70	99	113	71	88		107	78
0.400			127	123		96	110		135	93
0.500										

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R

Ing. Yori Huaman Romero  
ING. CIVIL CIP. 147922  
MG. GEOTECNIA  
REPRESENTANTE



**CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)**  
ASTM D 1883

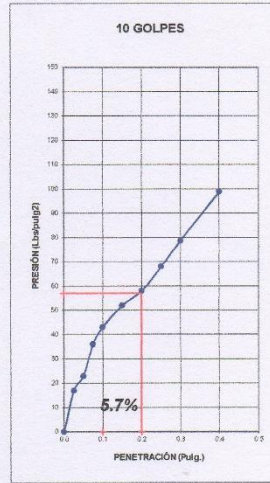
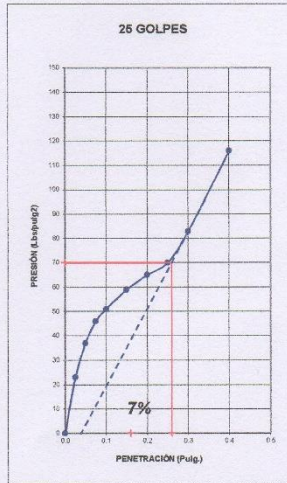
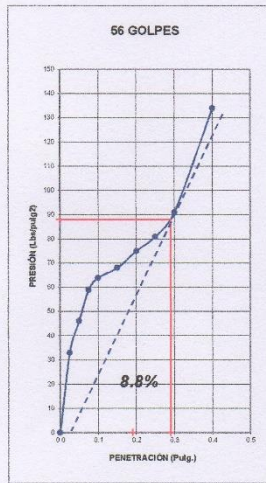
**SOLICITANTE** : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY      **UBICACIÓN** : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

**PROYECTO** : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"      **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.30

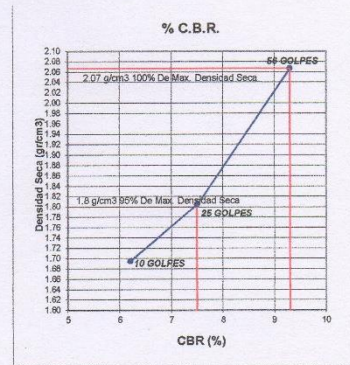
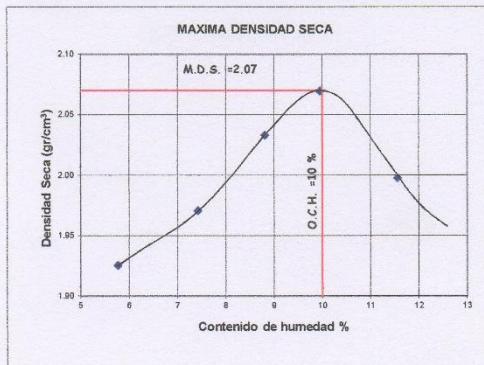
**CALICATA** : C-01      **MUESTRA** : M-01

**UBICACION** : Carhuaz      **FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 DE ABRIL DE 2018

**PROGRESIVA** : Km. 01+000      **FECHA DE EMISIÓN** : 20 DE MAYO DE 2018



PENETRACIÓN (PULG.)	C.B.R. A 95% DE MÁXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MÁXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	7%	8.8%



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R

*Yori Huaman Romero*  
**Ing. Yori Huaman Romero**  
ING. CIVIL CIP. 147922  
/MG. GEOTECNIA  
REPRESENTANTE



**CALIFORNIA BEARING RATIO (C. B. R.)**  
ASTM D 1883

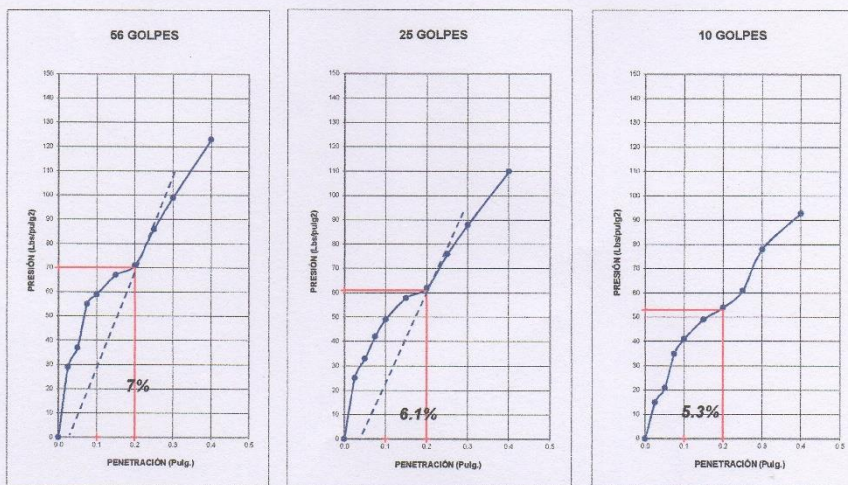
**SOLICITANTE** : JAMES JOSMAR RODRIGUEZ RUPAY      **UBICACIÓN** : PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH

**PROYECTO** : "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"      **PROFUNDIDAD (m.)** : 1.50

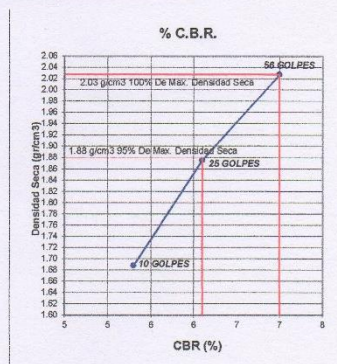
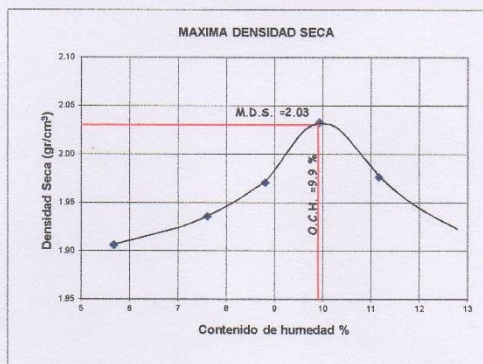
**CALICATA** : C-02      **MUESTRA** : M-01

**UBICACION** :      **FECHA DE RECEPCIÓN** : 15 DE ABRIL DE 2018

**PROGRESIVA** : Km. 02+000      **FECHA DE EMISIÓN** : 20 DE MAYO DE 2018



PENETRACION (PULG.)	C.B.R. A 95% DE MAXIMA DENSIDAD SECA	C.B.R. A 100% DE MAXIMA DENSIDAD SECA
0,1"	6.1%	7%



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Y.H.R

*Yori Huaman Romero*  
ing. Yori Huaman Romero  
ING. CIVIL CIP. 147922  
MG. GEOTECNIA  
REPRESENTANTE

## **ANEXO N° 4 ESTUDIO DE TRAFICO**





















**TABLA N° 19. Conteo de Vehículos día lunes.**

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		PROYECTO: "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA" TRAMO: CARHUAZ - HUALCAN FECHA Y DÍA: 16/04/18 LUNES UBICACIÓN: CINCO ESQUINAS										FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR UTM: E: 209922.00, O: 8972682.00 ELEVACIÓN: 2,684								MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones	
HORA	SENTIDO	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3
DIAGRA. VEH.																					
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
04 - 05		2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
05 - 06		2	3	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
06 - 07		4	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
07 - 08		2	3	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
08 - 09		1	5	1	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
09 - 10		5	2	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
10 - 11		4	3	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
11 - 12		3	6	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
12 - 13		2	7	1	1	5	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13 - 14		2	3	1	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14 - 15		5	4	2	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
15 - 16		3	2	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
16 - 17		2	5	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
17 - 18		4	8	3	0	6	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
18 - 19		2	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
19 - 20		3	5	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
20 - 21		4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21 - 22		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22 - 23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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
<b>PARCIAL:</b>		<b>53</b>	<b>65</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>218</b>

Fuente: elaboración propia.

En el conteo vehicular realizado el día lunes se obtuvo los siguientes datos; el vehículo que tuvo mayor transitabilidad fue el station wagon con 65 vehículos y el menor fue el camión 4E con 2 vehículos durante las 24 horas, con un total contabilizado de 218 vehículos.




















**TABLA N° 20. Conteo de Vehículos día martes.**

HORA		SENTIDO	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																						
00 - 01		0	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	0
02 - 03		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
04 - 05		2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
05 - 06		2	2	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
06 - 07		4	3	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
07 - 08		2	3	0	0	7	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
08 - 09		4	2	1	1	4	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
09 - 10		5	2	2	0	4	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
10 - 11		2	4	1	0	2	2	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
11 - 12		3	5	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12 - 13		5	2	1	1	6	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
13 - 14		2	3	3	1	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
14 - 15		5	2	2	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
15 - 16		5	3	1	1	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
16 - 17		2	5	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
17 - 18		3	3	3	0	6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
18 - 19		2	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
19 - 20		3	2	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
20 - 21		4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
21 - 22		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22 - 23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0
<b>PARCIAL:</b>		<b>58</b>	<b>50</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>58</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>235</b>

Fuente: elaboración propia.

En el conteo vehicular realizado el día martes se obtuvo los siguientes datos; el vehículo que tuvo mayor transitabilidad fue el automóvil con 58 vehículos y el menor fue el Bus 2E con 3 vehículos durante las 24 horas, con un total contabilizado de 235 vehículos.

**TABLA N° 21** Conteo de Vehículos día miércoles.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR														MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones						
PROYECTO: "ANALISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCAN"		TRAMO: CARHUAZ - HUALCAN FECHA Y DIA: 18/04/18 MIERCOL UBICACION: CINCO ESQUINAS UTM: E: 209922.00, O: 8972682.00 ELEVACION: 2,684																				
HORA	SENTIDO	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3	
DIAGRA. VEH.																						
00 - 01		0	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	0
02 - 03		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04		2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04 - 05		3	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
05 - 06		2	1	0	0	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
06 - 07		6	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
07 - 08		2	3	0	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
08 - 09		3	4	1	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
09 - 10		4	6	1	1	3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
10 - 11		5	3	1	0	2	0	1	0	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20
11 - 12		4	3	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
12 - 13		2	2	0	1	6	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
13 - 14		2	3	1	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
14 - 15		4	6	0	0	3	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
15 - 16		4	6	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
16 - 17		2	5	0	0	4	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
17 - 18		6	3	3	0	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
18 - 19		2	6	2	1	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
19 - 20		3	1	1	0	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
20 - 21		4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21 - 22		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22 - 23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0
<b>PARCIAL:</b>		<b>62</b>	<b>56</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>58</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>240</b>

Fuente: elaboración propia.

En el conteo vehicular realizado el día miércoles se obtuvo los siguientes datos; el vehículo que tuvo mayor transitabilidad fue el automóvil con 62 vehículos y el menor fue el Camión 4E con 3 vehículos durante las 24 horas, con un total contabilizado de 240 vehículos.

**TABLA N° 22** Conteo de Vehículos día jueves.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR PROYECTO: "ANALISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCAN" TRAMO: CARHUAZ - HUALCAN FECHA Y DIA: 19/04/18 JUEVES UBICACIÓN: CINCO ESQUINAS UTM: E: 209922.00, O:8972682.00 ELEVACIÓN: 2,684										MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones										
HORA	SENTIDO	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION		SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
DIAGRA. VEH.																						
00 - 01		0	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	0
02 - 03		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04		4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
04 - 05		2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
05 - 06		2	1	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
06 - 07		2	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
07 - 08		4	3	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
08 - 09		5	4	1	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
09 - 10		5	3	1	1	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
10 - 11		4	3	1	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
11 - 12		5	4	0	0	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
12 - 13		4	2	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
13 - 14		4	3	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
14 - 15		5	3	2	0	5	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
15 - 16		5	2	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16 - 17		2	5	1	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
17 - 18		8	3	1	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
18 - 19		2	2	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
19 - 20		3	3	1	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
20 - 21		4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21 - 22		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
22 - 23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0
<b>PARCIAL:</b>		<b>73</b>	<b>46</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>64</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>228</b>

Fuente: elaboración propia.

En el conteo vehicular realizado el día jueves se obtuvo los siguientes datos; el vehículo que tuvo mayor transitabilidad fue el automóvil con 73 vehículos y el menor fue el Semi Trailer 2S1/2S2E con 2 vehículos durante las 24 horas, con un total contabilizado de 228 vehículos.

**TABLA N° 23** Conteo de Vehículos día viernes.




















UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR PROYECTO: "ANALISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCAN" TRAMO: CARHUAZ - HUALCAN FECHA Y DIA: 20/04/18 VIERNES UBICACIÓN: CINCO ESQUINAS UTM: E: 209922.00, O:8972682.00 ELEVACIÓN: 2,684										MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones										
HORA	SENTIDO	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION		SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
00 - 01		0	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	0
02 - 03		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04 - 05		1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05 - 06		2	1	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
06 - 07		5	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
07 - 08		4	1	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
08 - 09		3	4	1	0	6	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
09 - 10		4	2	0	1	4	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
10 - 11		6	3	1	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
11 - 12		4	2	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
12 - 13		5	2	1	1	5	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
13 - 14		4	3	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
14 - 15		5	1	2	0	4	0	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18
15 - 16		4	2	1	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
16 - 17		4	4	0	0	4	0	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17
17 - 18		6	3	2	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
18 - 19		2	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
19 - 20		3	1	1	0	4	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
20 - 21		5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
21 - 22		0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
22 - 23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0
<b>PARCIAL:</b>		<b>68</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>70</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>235</b>

Fuente: elaboración propia.

En el conteo vehicular realizado el día viernes se obtuvo los siguientes datos; el vehículo que tuvo mayor transitabilidad fue el automóvil con 68 vehículos y el menor fue la camioneta Panel con 2 vehículos durante las 24 horas, con un total contabilizado de 235 vehículos.



**TABLA N° 24** Conteo de Vehículos día sábado.

		FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																			
		PROYECTO: "ANALISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCAN"										MTC									
		TRAMO: CARHUAZ - HUALCAN FECHA Y DIA: 21/04/18 SABADO UBICACIÓN: CINCO ESQUINAS										UTM: E: 209922.00, O: 8972682.00 ELEVACIÓN: 2,684									
HORA	SENTIDO	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION		SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
04 - 05		1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
05 - 06		2	1	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
06 - 07		4	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
07 - 08		2	3	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
08 - 09		4	4	1	0	3	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
09 - 10		3	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
10 - 11		4	3	1	0	2	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
11 - 12		3	4	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12 - 13		5	2	3	1	7	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
13 - 14		1	4	1	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
14 - 15		5	2	2	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
15 - 16		3	1	2	0	6	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
16 - 17		3	7	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15
17 - 18		4	3	3	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
18 - 19		2	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
19 - 20		3	1	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
20 - 21		4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21 - 22		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22 - 23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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
<b>PARCIAL:</b>		<b>56</b>	<b>43</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>54</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>212</b>

Fuente: elaboración propia.

En el conteo vehicular realizado el día sábado se obtuvo los siguientes datos; el vehículo que tuvo mayor transitabilidad fue el automóvil con 56 vehículos y el menor fue el Camión 4E con 1 vehículo y la Camioneta Panel con 1 vehículo durante las 24 horas, con un total contabilizado de 212 vehículos.

**TABLA N° 25** Conteo de Vehículos día domingo.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR PROYECTO: "ANALISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCAN" TRAMO: CARHUAZ - HUALCAN FECHA Y DIA: 22/04/18 DOMINGO CUBICACIÓN: CINCO ESQUINAS UTM: E: 209922.00, O:8972682.00 ELEVACIÓN: 2,684										MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones										
HORA	SENTIDO	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION		SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
DIAGRA. VEH.																						
00 - 01		0	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	0
02 - 03		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03 - 04		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
04 - 05		2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
05 - 06		2	1	0	0	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
06 - 07		6	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
07 - 08		2	3	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
08 - 09		2	6	2	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
09 - 10		5	3	1	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
10 - 11		4	3	3	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
11 - 12		3	4	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
12 - 13		2	2	1	1	8	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
13 - 14		3	5	1	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
14 - 15		5	2	2	0	4	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
15 - 16		3	2	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
16 - 17		2	5	0	0	6	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
17 - 18		4	3	3	0	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
18 - 19		2	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
19 - 20		3	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
20 - 21		4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21 - 22		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22 - 23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0
<b>PARCIAL:</b>		<b>57</b>	<b>47</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>65</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>224</b>

Fuente: elaboración propia.

En el conteo vehicular realizado el día domingo se obtuvo los siguientes datos; el vehículo que tuvo mayor transitabilidad fue el automóvil con 57 vehículos y el menor fue el Semi Traylor 2S1/2S2 con 2 vehículos durante las 24 horas, con un total contabilizado de 224 vehículos.

**TABLA N° 26 Cuadro de Promedio Semanal**

PROMEDIO SEMANAL														
TIPO	TOTAL	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAILER	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S3	3S3
TOTAL	1592	427	341	106	20	414	34	24	0	134	48	19	25	0
%	100%	26.82%	21.42%	6.66%	1.26%	26.01%	2.14%	1.51%	0.00%	8.42%	3.02%	1.19%	1.57%	0.00%

Fuente: elaboración propia.

Cuadro de promedio semanal donde el menor lo obtuvo el Camión 4E con un 1.19% mientras que el mayor lo obtuvo el auto con un 26.82%, eso quiere decir que el auto su promedio semanal es de 27 vehículos y el Camión 4E 1 vehículo por promedio semanal.

**TABLA N° 27 Calculo del Factor Camión.**

CALCULO DE FACTOR CAMION						
Tipo de vehiculo	Ejes	Peso (libras)		Fac. Equiv. De Carga		Fac. Camion Promedio
		Cargado	Descargado	Cargado	Descargado	
		Automoviles				
Camioneta	Eje delantero (Simple)	8000	5000	0.03	0.005	0.0175
	Eje posterior (simple)	8000	5000	0.03	0.005	0.0175
<b>FACTOR CAMION PROMEDIO</b>						<b>0.035</b>
Camion: 1 eje simple de 2 ruedas y 1 eje doble de 8 ruedas (O + C3)	Eje delantero (simple)	14000	14000	0.36	0.36	0.36
	Eje posterior (Doble)	36000	14000	1.38	0.027	0.7035
<b>FACTOR CAMION PROMEDIO</b>						<b>1.0635</b>

Fuente: elaboración propia.

El Factor Camión para los Automóviles es despreciable, para las Camionetas es de 0.035 y para los Camiones es de 1.0635, que se utilizara para realizar el cálculo del ESAL.

**TABLA N° 28 Cuadro Resumen de Conteo de Trafico.**

RESULTADOS OBTENIDOS															
Variación de la clasificación diaria Total															
Dia	Fecha	Auto	STATION WAGON	Camioneta			Micro	Bus		Camión			Semi Trailer		Total
				Pick Up	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S3	3S3	
Lunes	09/04/2018	53	65	14	3	45	4	2	0	19	8	2	3	0	218
Martes	10/04/2018	58	50	19	5	58	7	3	0	16	11	4	4	0	235
Miércoles	11/04/2018	62	56	10	5	58	6	6	0	22	7	3	5	0	240
Jueves	12/04/2018	73	46	12	2	64	3	3	0	15	5	3	2	0	228
Viernes	13/04/2018	68	34	12	2	70	6	4	0	25	6	3	5	0	235
Sábado	14/04/2018	56	43	19	1	54	4	2	0	22	6	1	4	0	212
Domingo	15/04/2018	57	47	20	2	65	4	4	0	15	5	3	2	0	224
<b>Total</b>		<b>427</b>	<b>341</b>	<b>106</b>	<b>20</b>	<b>414</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>134</b>	<b>48</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>1592</b>

Fuente: elaboración propia.

**TABLA N° 29 Calculo del ESAL.**

Tipo de Vehiculo	N° veh/ dia	N° veh/año	F.C.	ESAL en el carril de diseño	Factor de Crecimiento	ESAL diseño
Auto, Statio Wagon	768	280320				
Pick Up, Panel, Combi Rural	540	197100	0.035	6898.5	29.79	205506.315
Micro	34	12410	0.035	434.35	29.79	12939.2865
Bus 2E	24	8760	0.035	306.6	29.79	9133.614
Camion 2E	134	48910	1.0635	52015.785	29.79	1549550.235
Camion 3E	48	17520	1.0635	18632.52	29.79	555062.7708
Camion 4E	19	6935	1.0635	7375.3725	29.79	219712.3468
Semi trailer 2S3	25	9125	1.0635	9704.4375	29.79	289095.1931
<b>TOTAL</b>	<b>1592</b>	<b>581080</b>		<b>95367.565</b>		<b>2840999.761</b>

Fuente: elaboración propia.

Fuente: elaboración propia.

## **ANEXO N° 5 TABLAS DEL MTC.**

**TABLA N° 30 Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai**

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL $a_i$ (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	$a_1$	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	$a_1$	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq$ 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq$ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	$a_{2a}$	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2b}$	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2c}$	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>SUBBASE</b>			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

**TABLA N° 31** *Catalogo de estructuras de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente periodo de diseño 20 años.*

EE		EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	Figura N° 12.8
		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7		
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000		
CBR %	$M_{20}$	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	9 cm		
	$2555 \times CBR^{0.44}$	25 cm	28 cm	20 cm	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm	30 cm		
CBR < 6%	$\leq 8,040$ psi (55.4 MPa)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)		
	$\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)										
$\geq 6\%$ CBR < 10%	$> 8,040$ psi (55.4 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	9 cm		
	$\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)	25 cm	28 cm	20 cm	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm	30 cm		
$\geq 10\%$ CBR < 20%	$> 11,150$ psi (76.9 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	10 cm		
	$\leq 17,380$ psi (119.8 MPa)	20 cm	23 cm	26 cm	27 cm	7 cm	20 cm	23 cm	26 cm		
$\geq 20\%$ CBR < 30%	$> 17,380$ psi (119.8 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	10 cm		
	$\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)	15 cm	16 cm	19 cm	19 cm	19 cm	23 cm	26 cm	28 cm		
CBR $\geq 30\%$	$> 22,530$ psi (155.3 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	10 cm		
		15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	18 cm	20 cm	22 cm		

Carpeta Asfáltica en Caliente (CAC)  
 Base Granular  
 Subbase Granular

**Fuente:** Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

**Nota:** 1, (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.  
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.  
 3. En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:  
 a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.  
 b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.  
 c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos, previo tratamiento del Pavimento existente.



# **ANEXO N° 6 PANEL FOTOGRAFICO**

Fotografía 1: Delimitación del tramo en estudio.



Fotografía 2: Medición del tramo en estudio.





Fotografía 3: Delimitación del Km.1+000



Fotografía 4: Delimitación del Km.2+500





Fotografía 5: Delimitación del Km.3+000



Fotografía 6: Clasificación y conteo de vehículos.





Fotografía 7: Conteo de vehículos.



Fotografía 8: Calicata C-01





Fotografía 9: Calicata C-02



Fotografía 10: Devolución de la tierra después de extraer las muestras.





Fotografía 11: Tamices para el ensayo de granulometría.



Fotografía 12: Cuarteo para realizar los ensayos de suelos



Fotografía 13: Realizando el pesado de cada tamiz.



Fotografía 14: Muestras de las piedras que quedaron en las diferentes mallas.





Fotografía 15: Muestras de contenido de humedad, plasticidad y límites.



Fotografía 16: Tamizado para el ensayo de Proctor modificado.



Fotografía 17: Compactación del Proctor modificado.

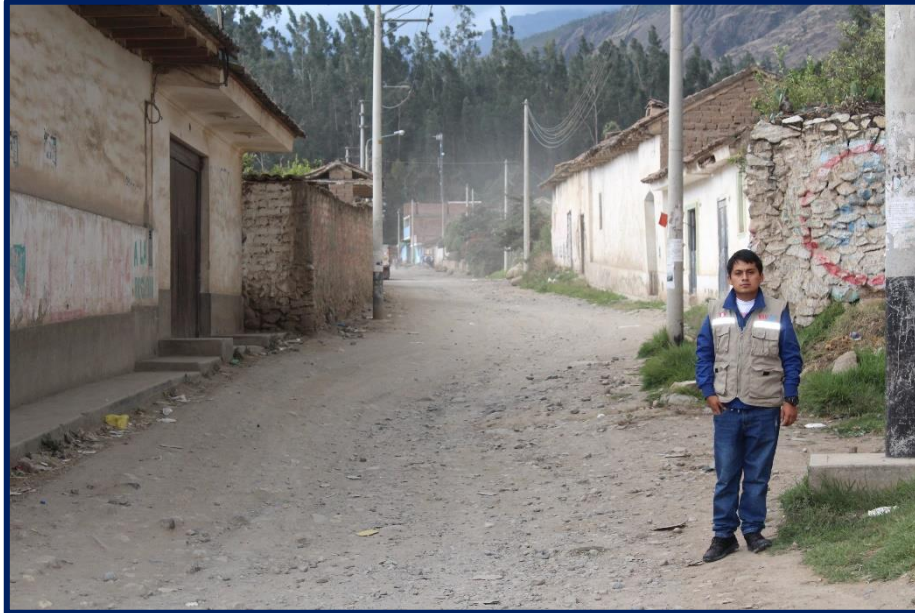


Fotografía 18: Cuarteo para el CBR.





Fotografía 19: Inicio de la carretera.



Fotografía 20: Lugar denominado cinco esquinas.



Fotografía 21: Estación de conteo vehicular.



Fotografía 22: Carretera Carhuaz – Hualcán.





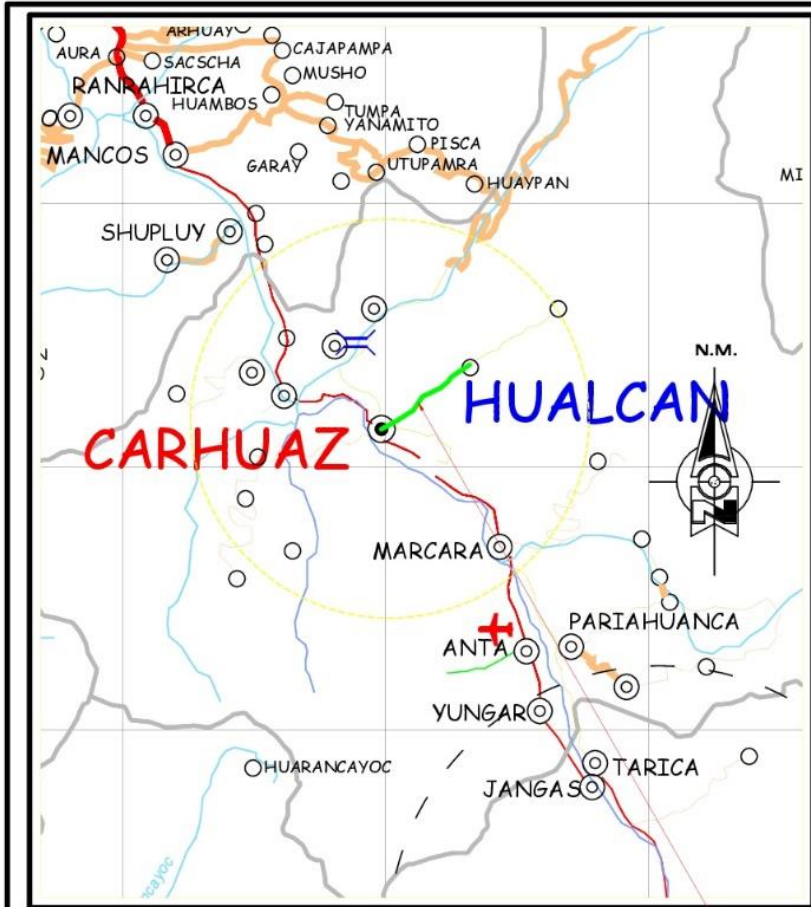
Fotografía 23: Carretera Carhuaz – Hualcán.



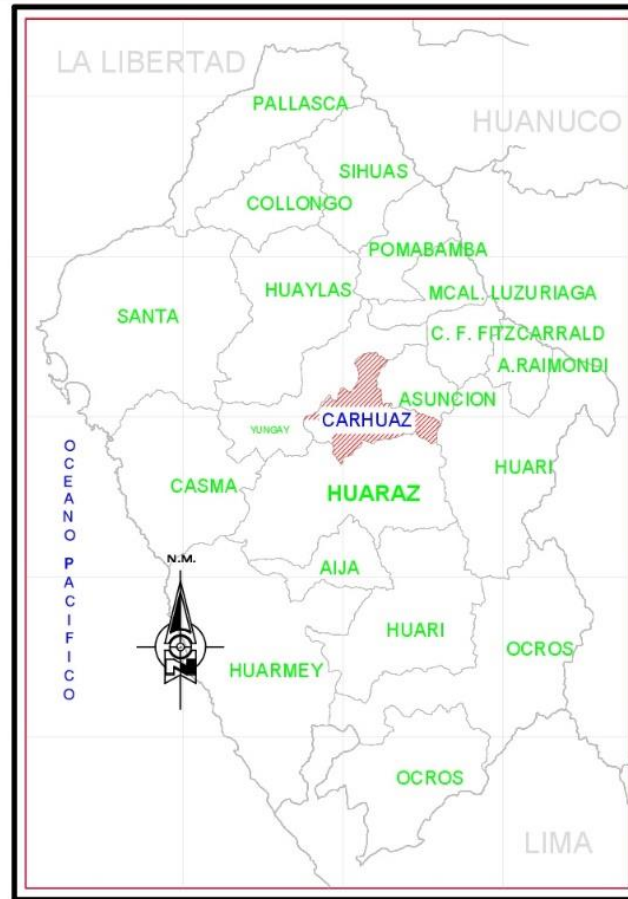
Fotografía 24: Carretera Carhuaz – Hualcán.



# **ANEXO N° 7 PLANOS**



**MAPA LOCAL LOCALIZACION**  
ESC.: 1/400 000



**UBICACION PROVINCIAL**  
PLANO DE UBICACION - ANCASH  
ESC.: 1/2 000 000



**UBICACION NACIONAL**

LEYENDA	
Signos Convencionales	
Superficie de Rodadura	
	Asfaltado
	Afirmado
	Sin Afirmar
	Trocha Carrozable
	En Proyecto
	Capital Departamental
	Capital Provincial
	Capital Distrital
	Pueblo
	Puerto
	Muelle
	Acc. Geográficos
	Abra
	Mina
	Planta Eléctrica
	Otros
	Planta
	Aeródromo
	Aeródromo
	Limite Departamental
	Limite Distrital
	Caleta
	Embarcadero
	Puerto Fluvial
	Puerto
	Rio



**CIUDAD DISTRITAL**



DESARROLLO DE TESIS:  
**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO  
DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA  
CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN”**

**TESISITA:**  
**RODRIGUEZ RUPAY JAMES JOSMAR**

**ASESOR:**  
**Mgtr. GONZALO HUGO, DÍAZ GARCÍA**

**PLANO:**  
**LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN**

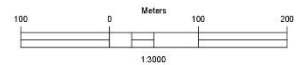
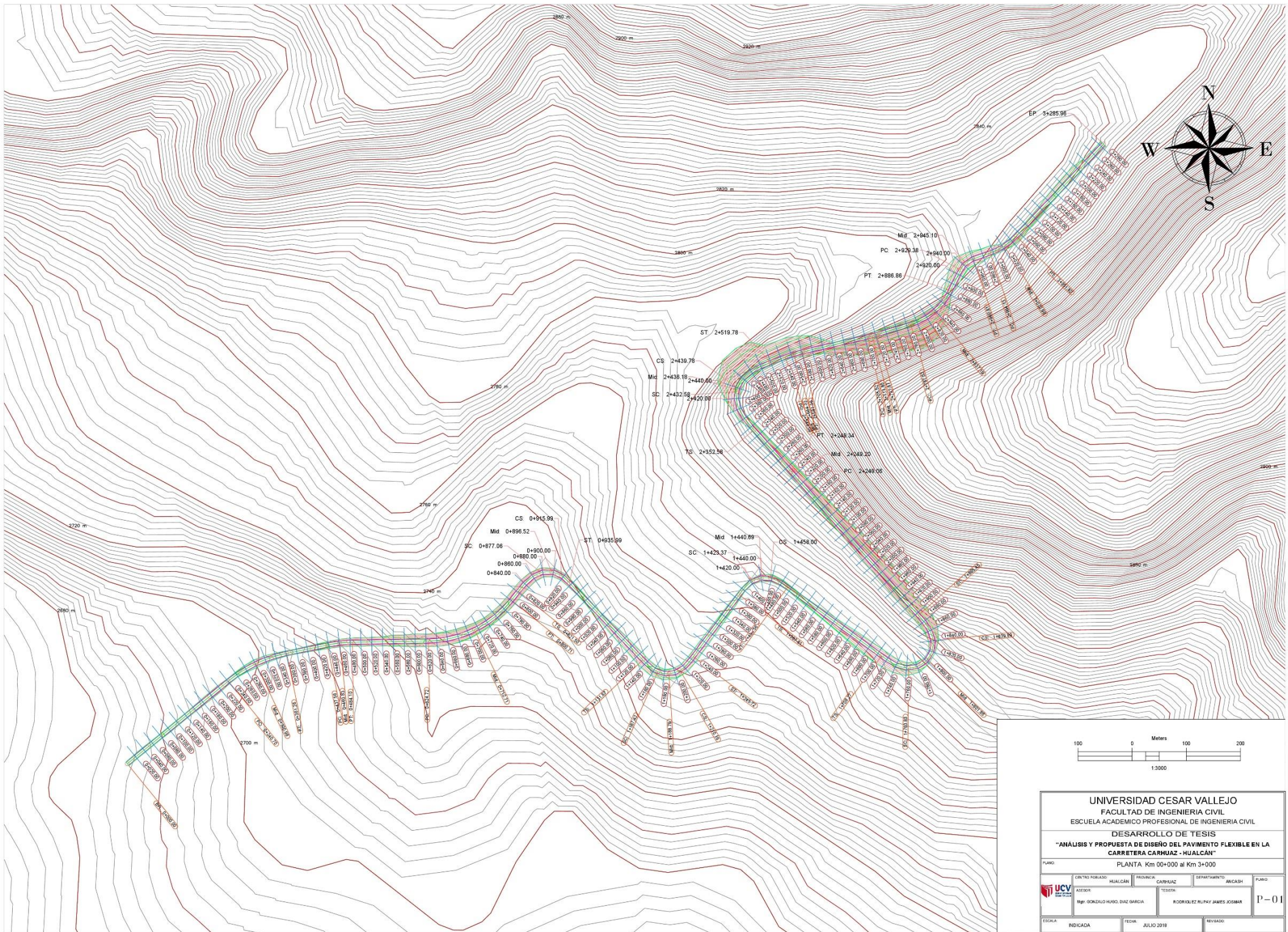
ESCALA  
INDICADA

FECHA  
JULIO 2018

LAMINA

**U-01**





<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>				
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
<b>DESARROLLO DE TESIS</b>				
<b>"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRERA CARHUAZ - HUALCÁN"</b>				
PLANTA Km 00+000 al Km 3+000				
UNIVERSIDAD	CENTRO PORLANO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	PLANO
UCV	HUALCÁN	CARHUAZ	ANCASH	P-01
ASESOR	TITULAR		REVISOR	
Hgr. GONZALO HUZO, DIAZ GARCIA	RODRIGUEZ RUIPAY JAMES JOSMAR			
ESCALA	INDICADA	FECHA	JULIO 2018	REVISADO









**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**DESARROLLO DE TESIS**  
**"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA**  
**CARRETERA CARHUAZ - HUACÁN"**

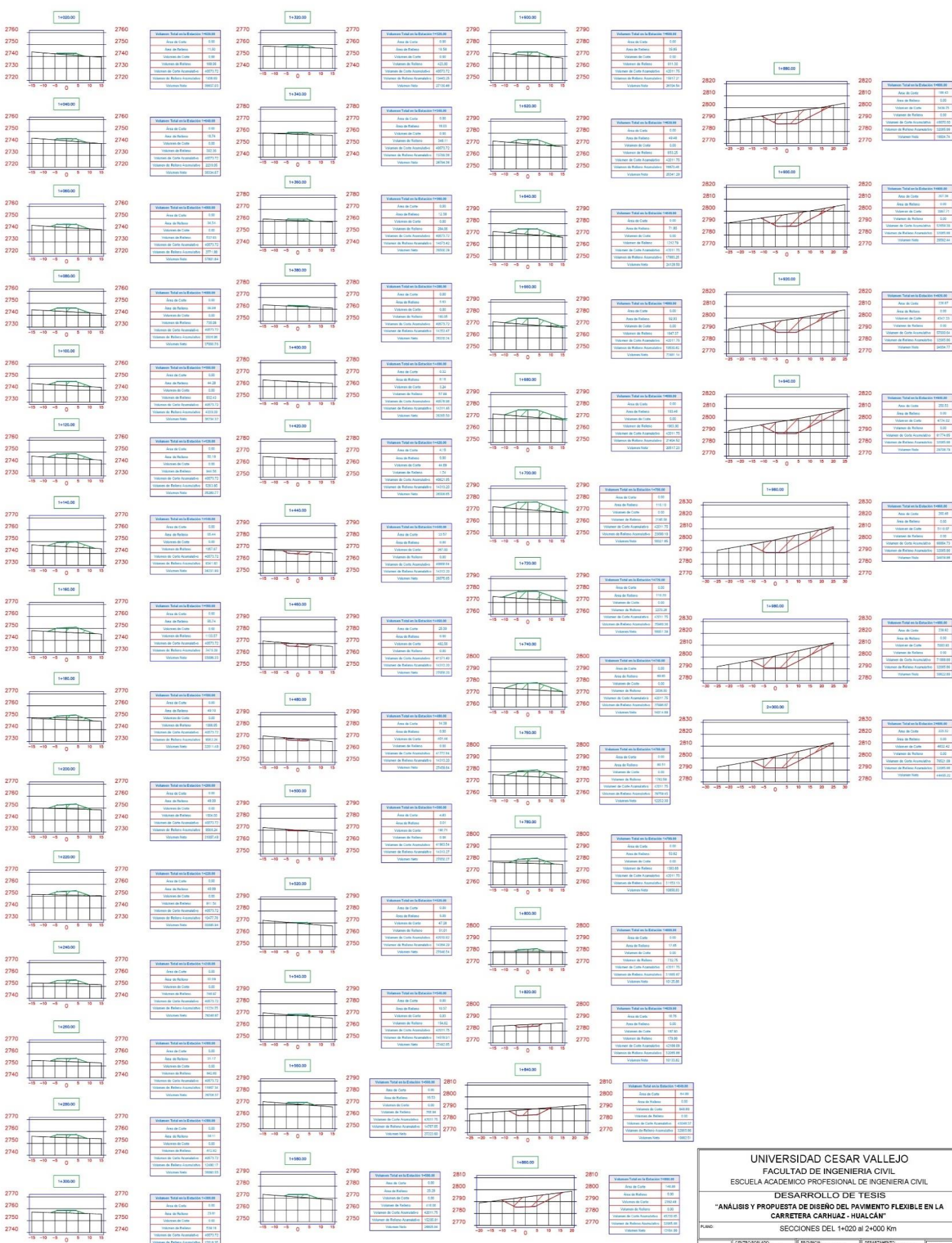
SECCIONES DEL 0+000 al 1+000 Km

PLANO: CONTROL PAVIMENTO HUACÁN      PROYECTISTA: CARREJAZ      DEPARTAMENTO: ANCASH      PLANO: **S-01**

ASESOR: Mjr. GONZALO HUGO DIAZ GARCIA      TESIS: RODRIGUEZ RUIRAY JAMES JOSEMAR

ESCALA: 1:6000      FECHA: JULIO 2018      REVISADO:





**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**DISEÑO DE TESIS**  
**"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCÁN"**

**SECCIONES TRANS 1+020 al 2+000 Km**

PLANO ASesor Mgr. GONZALO MUÑOZ DIAZ GARCIA	CENTROPOLEADO HUALCÁN PROVINCIAS CABEZALZ DEPARTAMENTO ANCASH PLANO	TESIS RODRIGUEZ RUIPAZ JAMES JOSMAR	PLANO <b>S=02</b>
---	---	--	----------------------

ESCALA: 1:5000      FECHA: JULIO 2018      ELABORADO:

Yo, Mgtr. VICTOR ROLANDO ROJAS SILVA docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ - HUALCAN", del (de la) estudiante RODRIGUEZ RUPAY JAMES JOSMAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 12 de Julio del 2018



Mgtr. VICTOR ROLANDO ROJAS SILVA

DNI: 33264718

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



Yo **James Josmar Rodriguez Rupay**, identificado con DNI N° **73462577**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo **(X)** , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA CARHUAZ – HUALCÁN”**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



\_\_\_\_\_ FIRMA

DNI: 73462577

FECHA: 16 de Julio del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. Ingeniería Civil

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

RODRIGUEZ RUPAY JAMES JOSMAR

INFORME TÍTULADO:

“ANÁLISIS Y PROPUESTA DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA  
CARRETERA CARHUAZ – HUALCAN, 2018”

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: Lunes, 16 de Julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: Dieciséis ( 16 )



  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN