

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE  
PAVIMENTOS EN LAS CALLES DE ACCESO AL MERCADO  
MAYORISTA JOSÉ OLAYA, DISTRITO DE NUEVA  
CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN, 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**JAMES ROJAS TAPIA**

**ASESOR**

**ÁNGEL ALBERTO LORREN PALOMINO**

**<https://orcid.org/0000-0002-6432-3453>**

**CHICLAYO, 2021**

**ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO  
DE PAVIMENTOS EN LAS CALLES DE ACCESO  
AL MERCADO MAYORISTA JOSÉ OLAYA,  
DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA,  
DEPARTAMENTO SAN MARTÍN, 2020**

PRESENTADO POR:

**JAMES ROJAS TAPIA**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Antonio Ángel Ruiz Pico

PRESIDENTE

Juan Ignacio Luna Mera

SECRETARIO

Ángel Alberto Lorren Palomino

VOCAL

## **DEDICATORIA**

En primer lugar a Dios y a mis padres que durante el proceso de mis estudios Universitarios me han ayudado hacer un buen profesional y así contribuir ante la sociedad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a Dios por sobre todas las cosas y a mis amigos que siempre estuvieron ahí para apoyarme en todo momento y a mis padres que fueron el complemento para yo poder culminar esta primera meta trazada.

## ÍNDICE

	<b>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
	2.2.3.1 Pavimento Flexible .....	12
	2.2.3.1.1 Terreno de Fundación.....	16
	2.2.3.1.2 Sub-Base.....	16
	2.2.3.1.3 Base .....	17
	2.2.3.1.4 Capa De Rodamiento.....	17
	2.2.3.1.5 Tratamientos Superficiales .....	17
	2.2.3.1.6 Riego De Imprimación .....	18
	2.2.3.1.7 Emulsión Asfáltica .....	18
	2.2.3.1.8 Aplicación de las Emulsiones Asfálticas.....	19
	2.2.3.2 Pavimento Rígido .....	20
	2.2.4 Definición De Terminos Básicos.....	21
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
	3.1 Tipo y nivel de investigación.....	23
	3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	23
	3.2.1 Métodos .....	23
	3.2.2 Técnicas Levantamiento Topográfico.....	23
	3.2.3 Instrumentos .....	24
	3.2.4 Fuentes .....	25
	3.3 Plan de procesamiento para análisis de datos .....	25
	3.4 Consideraciones éticas .....	26
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>
	ANEXO N° 01: DOCUMENTOS .....	41
	ANEXO N° 02: CUADROS.....	46
	ANEXO N° 03: GRÁFICO .....	49
	ANEXO N° 04: IMÁGENES .....	50

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo dar solución al problema que existe hoy en día para la transitabilidad de vehículos y personas, el cual es generado por el mal estado de las calles principales que dan acceso al “Mercado Mayorista José Olaya”, en Nueva Cajamarca. Para lo cual, se ha propuesto hacer los diseños de pavimentos tanto rígido como flexible. Se procederá a evaluar cada uno de ellos; y, de acuerdo con los resultados, se elegirá cuál de los dos diseños es el más adecuado y óptimo para el proyecto tanto en el sentido técnico como económico.

El diseño ayudará a que el mercado sea más accesible, permitiendo así un mayor flujo de vehículos y peatones; generando un crecimiento económico que beneficiará a la población local y regional. Asimismo, prevendrá enfermedades causadas por la gran cantidad de polvo que día a día se respira en dicha zona, ocasionada por el tránsito de vehículos.

Para este proyecto, se plantearon cuatro fases claves para su aceptación y desarrollo, las cuales son: Recolección de información previa; elaboración de estudios básicos y desarrollo; análisis de resultados de datos de estudios y presentación final; y, por último, correcciones finales y sustentación del proyecto.

**Palabras clave:** diseño, rígido, flexible, transitabilidad, polvo, técnico, económico.

## ABSTRACT

This project aims to provide a solution that exist nowadays with the vehicle and people´s passability, due to the bad condition of the main streets that give access to the “José Olaya Market” in Nueva Cajamarca. Whereby, it has been proposed to make the following pavement designs: rigid and flexible. Each one will be evaluated; and, according to the results, there will be choosen the most appropriated and efficient for the project, technically and economically as well.

The design will help to make the market more accessible, thus allowing a greater flow of vehicles and pedestrians; generating economic growth that will benefit the local and regional population. Likewise, it will prevent illnesses caused by the large amount of dust that is breathed day by day in this location, due to the traffic flow.

For this project, four key phases were proposed for its acceptance and development, which are: Collection of prior information; preparation of basic studies and development; analysis of study data results and final presentation; and, finally, final corrections and support of the project.

**Keywords:** design, rigid, flexible, passability, dust, technical, economic.

## I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como importancia el diseño de pavimentos y drenaje pluvial para las principales calles de acceso al mercado Mayorista José Olaya del distrito de Nueva Cajamarca. El problema principal es la inadecuada transitabilidad para los vehículos (camiones, autos, motos, etc.) hacia el mercado Mayorista José Olaya por el mismo hecho que las calles no se encuentran pavimentadas y están en un mal estado generando un caos vehicular y peatonal en las horas más recurrentes.

A demás el problema se refleja con la incomodidad de los vecinos por el mismo hecho que durante el día se genera gran cantidad de polvo ocasionado por los vehículos (livianos y pesados), generando diferentes enfermedades para los habitantes y a la misma vez esta contamina al medio ambiente.

Mediante un análisis previo de las calles a trabajar determinaremos las condiciones, funcionalidad y operatividad que se encuentran en la actualidad y así determinar la importancia que sería el diseño de pavimento ya sea rígido o flexible.

Mediante la data recogida en campo (IMDA, fotos, etc.) permitirá evaluar y diagnosticar la situación actual de las calles, en cual se emplearan los diferentes ensayos preliminares como: calicatas, mecánica de suelos, levantamiento planimétrico con estación total y recopilación de datos hidrométricos de la fuente SENAMHI, todas estas nos servirá como base de datos para el diseño.

El diseño de pavimento a utilizar ya sea rígido o flexible va a depender de su costo y cuál es el más favorable para dichas calles de acuerdo a los tipos de vehículos que transitan.

Teniendo en cuenta que estas son calles principales de acceso al Mercado Mayorista José Olaya, siendo esta uno de los más importantes tanto a nivel local como regional en generar ingresos económicos. La pavimentación de las calles beneficiara a la población ya que contarán con una mejor transitabilidad tanto peatonal como vehicular generando así un mayor crecimiento de comercio.

Este proyecto tiene como objetivo principal diseñar y analizar los costos económicos asociados entre los pavimentos flexibles y rígidos debido al mal

estado que se encuentran las calles principales de acceso al mercado José Olaya y como objetivos específicos realizar los ensayos de mecánica de suelos del terreno a diseñar, realizar el levantamiento planimétrico con estación total, determinar el IMDA mediante el estudio de tráfico de las vías en el área a trabajar, determinar los espesores de las capas del pavimento, establecer un análisis de técnico y económico para el pavimento rígido y flexible, determinar las ventajas y desventajas de ambos pavimentos para seleccionar cual es el más óptimo para el área a diseñar, diseñar el drenaje pluvial superficial y Realizar el estudio de impacto ambiental.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Las fuentes bibliográficas y estudios similares de “Análisis de alternativas para el diseño de pavimentos en las calles de acceso al Mercado Mayorista José Olaya, distrito de Nueva Cajamarca, departamento San Martín, 2020.” tenemos los siguientes, con su respectiva síntesis conceptual.

[1], en su libro **"Los Pavimentos en las Vías terrestres" (2002)**, desarrolló diferentes opciones para la elección y diseño del pavimento, en el cual se enfoca que el IMDA influye a la hora de la elección del pavimento rígido o flexible.

[2], en su libro **"Costos y Tiempo en Obras Viales"**, desarrolló criterios para la elección de pavimentos rígidos o flexibles de acuerdo a su costo en el cual el tiempo cumple una función principal a la hora de hacer el presupuesto.

[3] **"Análisis comparativo de costos entre el Pavimento Flexible y el Pavimento Rígido" concluyó que " En conclusión los pavimentos rígidos y flexibles cumplen con los protocolos para cualquier proyecto vial. En el cual ambos pavimentos deben generar durabilidad y funcionamiento de dicho proyecto.[10]"**

[4] "Son los pavimentos conformados por cemento Portland, arena de río, agregado grueso y agua tendida en una sola capa. Dependiendo de la necesidad, estos pavimentos pueden estructurarse por la capa de Subbase y/o base, conformando así una losa de concreto, de espesor, longitud y ancho variables”.

[5] "El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitaciones diferentes a las esperadas, como por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias,

crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento."

[6] **"Para El Diseño Geométrico de Carreteras** el primer paso a realizar es el estudio preliminar de la zona y detalla los cálculos para el diseño geométrico de una carretera.”

[7] “Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales nos detalla en cuanto a especificadores técnicas, rendimientos, para presupuestos de obras viales, etc.”

## 2.2 BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS.

### 2.2.1 INFRAESTRUCTURA VIAL

“[8] Es un tipo de infraestructura de transporte que está compuesta por una serie de instalaciones y de activos físicos que sirven para la organización y para la oferta de los servicios de transporte de carga y/o de pasajeros por vía terrestre”.

“Obras viales: las carreteras (autopistas y vías de doble sentido), los caminos pavimentados y afirmados, los caminos rurales, los caminos de herradura, las trochas, los puentes, los semáforos, las garitas de control, las señales de tránsito, los túneles, entre otros, los que son organizados en redes viales [10]”

### 2.2.2 SISTEMA DE DRENAJE URBANO

[9] “El drenaje tiene la finalidad de evitar que el agua llegue a la carretera y desalojar la que inevitablemente siempre llega. Toda el agua que llega en exceso a la carretera tiene dos orígenes: puede ser de origen pluvial o de corrientes superficiales.”

[10] “Se conoce con este nombre al sistema de drenaje que conduce el agua de lluvia a lugares donde se organiza su aprovechamiento. En muchas localidades no se realiza la diferenciación entre drenaje sanitario y el pluvial, todo el material recolectado es concentrado al mismo destino causando que todos los tipos de desechos se junten. Estos sistemas se diseñan para minimizar y/o evitar los daños que puedan causar las aguas de lluvia de tal forma que permita el desarrollo de un centro urbano con su normal funcionamiento ante tales eventos”.

Su principal objetivo del drenaje pluvial es evitar daños materiales y preservar la vida humana causada por las aguas de lluvias, en donde nos garantizara una mejor transitabilidad de los vehículos y peatones.

[10] “los drenajes están conformados por ciertos componentes tales como:”

- a. [10] “**Drenaje superficial:** Abarca las posibilidades del escurrimiento desde donde cae la lluvia hasta donde se desagua en el sistema primario o en el sistema secundario. Está constituido por:

- ✓ Canaletas, cunetas y similares.
- ✓ Calles y vías en general incluyendo modificación de pendientes y secciones.
- ✓ Superficie en general (techos, jardines, parques, áreas pavimentadas y naturales, etc.).”
- b.** [10]“**Drenaje Primario:** está constituido por los cursos naturales y por los conductos y obras construidos para proteger la vida de personas y evitar daños a propiedades.”
- c.** [10]“**Drenaje Secundario:** es el conjunto de obras construidas para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales sin perturbar indebidamente el tráfico de vehículos y personas.”

### 2.2.3 PAVIMENTOS.

Norma Técnica CE. 0.10, “el pavimento es una estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías. Existen pavimentos flexibles, rígidos, semirrígidos y otros (empedrados adoquines, estampados, etc.)”

#### 2.2.3.1 Pavimento Flexible.

[11] “Es una estructura compuesta de varias capas que permite cierta flexibilidad debido a la naturaleza de su capa superficial. La transmisión de la carga se hace en forma tronco cónica sobre el terreno de fundación con el que mantiene contacto”.

#### **a. Diseño Estructural.**

Norma Técnica CE 010, indica “se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experimentadas a largo plazo tales como la metodología AASHTO-93, y PCA, comúnmente empleados en el Perú, siempre que se la utilice la última versión vigente en su país de origen”.

Norma Técnica CE 010, indica “En cualquier caso se efectuara el diseño estructural considerando los siguientes factores”:

1. Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la sub-rasante.
2. Característica y volumen del tránsito durante el periodo de diseño.
3. Vida útil del pavimento.
4. Condiciones climáticas y de drenaje.
5. Características geométricas de la vía.
6. Tipo de pavimento a usar.

### **Trafico para el Diseño del Pavimento.**

En el diseño de un pavimento es muy importante tener en cuenta el tráfico de vehículos ya que estas van variando año tras año en cantidad y en cargas. Modelos del tráfico actual y futuro no pueden establecerse en forma precisa para un nuevo camino o calle, por lo que las estimaciones de tráfico son aproximaciones.

#### **b. Factores que Intervienen en el Diseño de un Pavimento**

Los factores que intervienen en el diseño de pavimento mencionamos:

##### **1. Índice de Tráfico.**

[12]“se refiere al volumen de vehículos que circulan por una vía en un determinado tiempo, siendo de tres clases, según la cantidad de vehículos.”

##### **Cálculo del Índice de Tráfico**

A lo largo del tiempo el tráfico de vehículos van variando, tanto en la cantidad y en su magnitud de cargas. Los cálculos del tráfico actual y futuro no pueden establecerse en forma precisa para una nueva carretera o calle, por lo que las estimaciones sobre tráfico futuro son sólo aproximadas.

**Tránsito.** Es el principal elemento que se debe saber las características de los vehículos ya que estas servirán para tomar decisiones en el proceso del diseño del pavimento.

**Características del Tránsito.** Las características del tránsito que es necesario conocer para el diseño de los pavimentos son:

##### **A. Transito Diario Promedio Anual.**

[13]“se llama T.D.P.A. al número de vehículos que pasan por un punto dado de una vía en un período de 24 horas consecutivas promediados en los 365 días del año en ambas direcciones del tráfico”.

El T.D.P.A. para caminos futuros se calcula con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{T. D. P. A. = TI. +. TG}$$

Dónde:

TI = Tránsito inducido. TG = Tránsito generado

En función al T.D.P.A. se debe calcular el Índice de tráfico.

##### **B. Determinación del Índice de Transito (I.T).**

[4], señala que “es el número promedio de repeticiones de un eje en un día de 18,000 lb, en el carril de diseño durante la vida del pavimento”. Se determina con la siguiente fórmula:

$$IT = N * C * D * E * P$$

Dónde:

N: Número total de camiones de un peso bruto mayor a 10,000 lbs. Si son de ejes simples y mayores de 18,000 lbs. Si son de ejes tándem.

C: Coeficiente de crecimiento de tráfico.

D: Factor de corrección del período de diseño.

E: Coeficiente de equivalencia de carga que expresa el número de vehículos cuyos pesos son menores de 18,000 lbs. Para ejes simples.

P: Coeficiente de tanto por uno del número total de vehículos que circulan por la trocha más cargada”.

### **C. Composición del Tránsito.**

Para el diseño de una carretera o calle es importante saber el número y tipo de carros que circulan; así se pueden dividir en vehículos tipo A, en los que se involucran a todos los automóviles, camionetas tipo PICK-UP y los que tengan un peso menor a tres toneladas.

Los vehículos tipo B en el que quedan incluidos todos los autobuses; y el tipo C que son los camiones de carga con más de tres toneladas de peso; éstos tienen una gran variedad de características, pues su peso total puede variar desde tres a sesenta toneladas con diferentes combinaciones en la posición de sus ejes y llantas.

### **D. Pesos de los Vehículos Cargados y Vacíos.**

[14], indica que “de cada uno de los vehículos es necesario conocer sus pesos cargados y vacíos; principalmente del vehículo de carga pueden estar compuestos por una unidad de tracción, una caja y un remolque, cada uno conteniendo varios ejes en diferentes combinaciones y con una o dos llantas”.

Los pesos de cada vehículo ya sea liviano o pesado varían y están limitados a reglamentos de cada país. En el Perú existe la norma establecida por el D.S. N°001-96-MTC-SINMAC cuyo título es: “NORMAS DE PESOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULOS, PARA LA CIRCULACIÓN EN LAS CARRETERAS DE LA RED VIAL NACIONAL”.

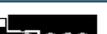
### **E. Número y Posición de Ejes y Llantas.**

Es muy importante saber los tipos de carros que circularan en dicho pavimento en el cual debemos saber sus pesos, posición de ejes y número de llantas, toda esta información previa nos servirá para analizar la estructura vial y realizar la sección estructural.

**F. Dimensiones de los Vehículos.**

[14], tomando como referencia las normas peruanas, indica: “Para circular por las vías del país, los vehículos no podrán exceder las siguientes dimensiones máximas:”

Tabla N° 1: Clasificación de los vehículos según sus dimensiones y pesos.

TIPO DE VEHICULO	CONFIGURACION DE EJES	DIMENSIONES MAX.			PESO MAX (BRUTO)
		LARGO	ANCHO	ALTO	
	S-1 D-1	13.20	2.60	4.10	16.50
	S-1 D-2	13.20	2.60	4.10	24.00
	S-1 D-3	13.20	2.60	4.10	30.00
	S-2 D-2	13.20	2.60	4.10	28.00
	S-1 D-1 D-1	18.60	2.60	4.10	27.00
	S-1 D-1 D-2	18.60	2.60	4.10	34.50
	S-1 D-1 D-3	18.60	2.60	4.10	42.00
	S-1 D-2 D-2	18.60	2.60	4.10	42.00
	S-1 D-2 D-1 D-1	TOT.= 18.60 DIST. Ejes DE ACOP. >2,40	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-2 M-3	18.60	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-2 D-2 D-2	18.60	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-1 D-1 D-1 D-1	18.60	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-1 D-1 D-1	TOT.= 20.00	2.60	4.10	37.50
	S-1 D-1 D-1 D-2	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-2 D-1 D-1	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-2 D-1 D-2	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-1 D-1 D-1 D-1	TOT.= 20.50	2.60	4.10	45.00

Fuente: Normas De Pesos Y Dimensiones De Vehículos, Para La Circulación En Las Carreteras De La Red Vial Nacional

**G. Incremento Anual de Transito.**

Para saber la vida útil aproximadamente de una carretera es muy importante determinar la tasa anual del crecimiento de los vehículos (livianos o pesados).

El [5], se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$Tn = (1 + i)^{-1}$$

Dónde:

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

$T_o$  = Tránsito actual (año base 0) en veh/día.  $n$  = Años de período de diseño.

$i$  = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico<sup>1</sup>, normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo de estudio.

Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos por implementarse con certeza a corto plazo en la zona de la carretera”

### **Clima**

Influye distintamente en la costa, la sierra, y en la selva por lo que se debe tener en cuenta los cambios de temperatura, lluvias.

#### **2.2.3.1.1 Terreno de Fundación**

[15], “ Sirve de fundación del pavimento después de terminado el movimiento de Tierra y una vez compactado tiene las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño, su clasificación es la siguiente:

**Pésimo.-** Cuando está constituida de materia orgánica, en lo posible se debe desechar este material y sustituirlo por otro de mayor calidad.

**Malo.-** Es decir que el material que se encuentra es limo o **arcilla** o la combinación de ambos, en este caso se debe colocar una capa de sub - base granular.

**Regular a bueno.-** En este caso se considera un **suelo** bien graduado y no ofrece peligro de estructuración, se podría prescindir de la sub-base granular.

**Excelente.-** Es la parte superior del terreno de fundación, y debe cumplir las especificaciones Standard para materiales a emplearse en la construcción la AASHTO M 576-64 en la cual recomienda:

Los materiales estarán libres de cantidades perjudiciales, de materia orgánica tal como hojas, rocas, etc.

Debe estar distribuido convenientemente Tendrá un diseño adecuado de drenaje”

#### **2.2.3.1.2 Sub-Base**

[15], “Es la capa inmediatamente arriba del terraplén, consiste en un material de una calidad superior a la que en general se usa en la construcción de la sub rasante. Los requisitos para materiales de sub-base se suelen especificar en términos de granulometría, características plásticas y resistencia. Cuando la calidad del material de la sub rasante cumple con los requisitos del material para la sub-base, se puede omitir la sub-base como componente el material disponible puede tratarse con otros, para alcanzar las propiedades necesarias. A este proceso de tratar suelos para

mejorar sus propiedades técnicas se le llama estabilización. Tradicionalmente, la sub-base ha sido construida con suelos arenosos con CBR mayor a 30% para una compactación del 100% de su M.S.D.T.-P.M. Como regla general, cuando la sub rasante es granular, no se requiere usar Sub-base.”

#### **2.2.3.1.3 Base**

[15], “Es la capa que queda inmediatamente arriba de la sub-base. Se tiene de inmediato sobre el terraplén en caso de no usarse capa de la sub-base. La capa de base suele consistir en materiales granulares, como piedra triturada o no triturada y arena. Entre las especificaciones de los materiales para capa de base se suelen encontrar requisitos estrictos en comparación con los de los materiales de la sub-base, en especial en lo que concierne a su plasticidad, granulometría y resistencia. Los materiales que no tienen las propiedades se pueden usar como materiales de base, si se estabilizan en forma adecuada con cemento Portland, asfalto o cal. Normalmente es del tipo granular con un CBR mayor a 80% para una compactación del 100% de su Máxima Densidad Seca Teórica Proctor Modificado (M.D.S.T.-P.M).”

#### **2.2.3.1.4 Capa De Rodamiento**

[16], “afirma que la función principal de la capa de rodamiento será proteger la base, impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones de agua de lluvia, proteger además contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos evitando que se desgaste o desintegre, varían entre 1/2” y 2””; pero cuando son mayores a 3” contribuyen a aumentar la capacidad de soporte del pavimento. Los tipos de mezclas bituminosas empleadas para capas de rodamiento.” Conocida también como “Capa de Desgaste”. [15], “Es la capa superficial, carpeta o revestimiento de la capa superior del pavimento, y se construye inmediatamente arriba de la base”.

#### **2.2.3.1.5 Tratamientos Superficiales.**

[16], “en su libro Estructuración de Vías Terrestres, indica que son aplicaciones a cualquier tipo de material (base), los asfaltos y alquitranes que se emplean son los llamados líquidos o diluidos del tipo de rápido curado (R.C. y R.T.).

El espesor de estas capas es de 2.5 cm (1”), se puede aplicar en una o varias capas, cuando se aplican en varias capas (2 o más), se llama tratamiento, multicapa, este tipo es empleado comúnmente para tránsito ligero.”

### 2.2.3.1.6 Riego De Imprimación

[17] “En su libro de productos y aplicaciones, indica que los riegos de impregnación (imprimación) pueden ser utilizados para proporcionar una membrana de asfalto resistente al agua para sellar las bases de carreteras, sub-bases y sub-grados y así evitar la penetración de agua o la pérdida de agua por la evaporación de la superficie; para controlar el polvo y para proporcionar una buena superficie para una capa de pavimento asfáltico o las operaciones de sellado.

El riego de impregnación mantiene el equilibrio de la humedad y por lo tanto la fortaleza de la capa de construcción y reduce la pérdida de los finos de la superficie por el viento o lluvias abundantes. Permite a los materiales estabilizados con cemento curar a la fortaleza óptima mientras reduce las grietas superficiales y cuando se aplica en medio de las capas no adheridas de carreteras en construcción previene la entrada de agua. Los riegos de impregnación también aseguran una adecuada adherencia de capas bituminosas.”

### 2.2.3.1.7 Emulsión Asfáltica

[17] “En su libro de Emulsiones Asfálticas Convencionales y Modificados con Polímeros, conceptualiza que la emulsión asfáltica es la dispersión de pequeñas micro-partículas de asfalto dispersas en una matriz acuosa.

Las emulsiones catiónicas contienen cemento asfáltico entre un 57% a 70%, las cuales conforman glóbulos de asfalto (micelas), con tamaños de partícula entre 0.5 a 30 micrones (um) de diámetro. Esta dispersión, se genera principalmente debido a la acción del emulsificante el cual rodea a la partícula asfáltica por acción química e iónica.”

El tamaño aproximado de dicho emulsificante es de aproximadamente 1,000 veces menor a una partícula asfáltica (micela).

Tabla N° 2: Características de emulsiones.

Tipo y grado de emulsión asfáltica	Especificación	Temperatura de aplicación en ° C
Lechada Asfáltica (Slurry Seal)		
Aniónicas: SS-1, SS-1h	AASHTO M 140	20-70
Catiónicas: CSS-1, CSS-1h	AASHTO M 208	50-85

Fuente: Especificaciones Especiales para la Construcción de Carreteras

## **Tipos de Emulsiones Asfálticas:**

### **Emulsiones Asfálticas Catiónicas**

Según **Repsol Perú** en su página web, indica que es una mezcla estable de agua (fase continua), y asfalto (fase dispersa).

El asfalto y el agua son líquidos inmiscibles entre sí, que utilizan agentes tenso activos llamados también emulsificantes para lograr la estabilidad de la emulsión, que son los que proporcionan la carga eléctrica (catiónica) de la partícula de asfalto.

#### **2.2.3.1.8 Aplicación de las Emulsiones Asfálticas**

Según Repsol Perú para la aplicación de las emulsiones asfálticas tenemos varios procedimientos y estos son:

##### **a) Riegos de imprimación**

REPSOL Perú, Se aplica sobre superficies no asfálticas que deben prepararse para recibir otro riego asfáltico.

*Ilustración 1: Ejecución de la Imprimación*



Fuente: Repsol – Perú

##### **b) Riegos de liga**

Se aplica sobre un riego de imprimación sobre capas asfálticas, su función es vincular una capa con una mezcla asfáltica.

**Ilustración 2: Ejecución del Riego de liga**



Fuente: Repsol – Perú

### c) Riego de imprimación reforzada

Consiste en una primera imprimación simple y una vez que ha secado se efectúa una segunda aplicación de material bituminoso.

*Ilustración 3: Proceso constructivo de la imprimación reforzada*

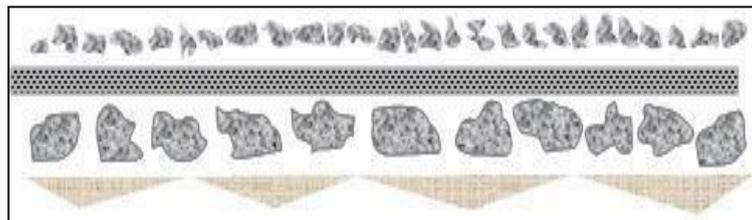


Fuente: Repsol – Perú

### d) Tratamiento superficial doble

Consiste en dos aplicaciones de material bituminoso, cada una de ellas seguida de una distribución del agregado pétreo, en general el tamaño nominal del primer agregado es el doble del segundo.

*Ilustración 4: Vista transversal de un Tratamiento Superficial Doble*



Fuente: Repsol - Perú

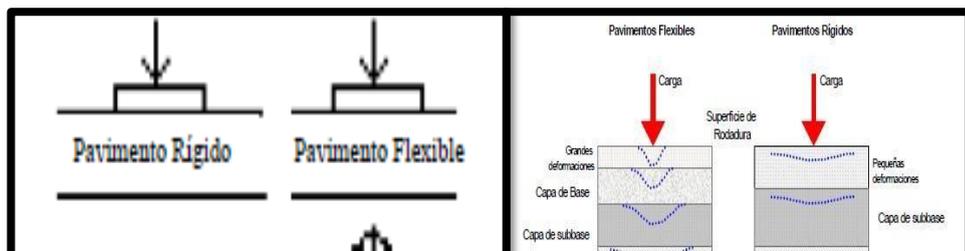
#### 2.2.3.2 Pavimento Rígido.

“El pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas como se refiere en [4]”.

“los pavimentos rígidos consisten en una mezcla de cemento pórtland, arena de río, agregado grueso y agua, tendido en una sola capa y pueden o no incluir, según la necesidad, la capa de sub-base y base, que al aplicarles cargas rodantes no se deflecten perceptiblemente, y al unir todos los elementos antes mencionados, constituyen una losa de concreto, de espesor, longitud y ancho variable como se refiere en [9]”.

[10] “los pavimentos rígidos tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen las cargas sobre un área grande, la consideración más importante es la resistencia estructural del concreto hidráulico”.

*Ilustración5: Representación de los esfuerzos en pavimentos Rígidos y Flexible*



Fuente: <http://www.revistaconstruir.com/obra-gris/tecnologia-del-concreto/112->

#### 2.2.4 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

**Estructura de Pavimento:** Es una superposición de capas de material adecuado para lograr el soporte de tránsito de diseño que van sobre la sub-rasante de forma relativamente horizontal.

**AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials, o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte de los Estados Unidos de Norte América.

**Diseño hidrológico:** Las condiciones Hidrológicas nos servirán para proponer las diferentes obras que se utilizarán para el control de drenajes de las escorrentías que recorren la ruta. Basándonos en datos obtenidos en la estación meteorológica más cercana.

**CBR (California Bearing Ratio):** Dato cuantitativo que representa la capacidad que soporta un suelo, el cual se obtiene mediante la aplicación de una fuerza penetrante dentro de un suelo.

**Pavimento flexible:** Compuestas por un material bituminoso (ejemplo: mezcla

asfáltica) a diferencia del pavimento rígido, este sufre mayores deformaciones sin perder su capacidad de diseño.

**Pavimento rígido:** Denominada a una losas de concreto (mezcla de cemento, agua, agregados y de ser el caso aditivos) con o sin refuerzo cualquiera sea el caso debe soportar el tránsito sobre ella para una vida útil.

**Sub-rasante:** Es la superficie perfilada o rellenada en terreno natural, debe tener capacidades mínimas de soporte y en la cual sobre ella se colocaran la estructura de un pavimento.

**Sub-base:** Es la capa del pavimento que transmite directamente las cargas a la sub-rasante y absorbe las irregularidades de la sub-rasante para que no afecten las capas superiores.

**Superficie de Rodadura:** Área designada a la circulación de vehículos.

**Emulsión Asfáltica:** Es la dispersión de pequeñas micro-partículas de asfalto dispersas en una matriz acuosa.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Tipo y nivel de investigación

Este proyecto es un tipo aplicativo porque se desarrollara a través de campo mediante los diferentes ensayos que se va realizar culminando en un expediente técnico.

Área de la investigación: Ciudades y comunidades sostenibles con énfasis en infraestructura.

#### 3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

##### 3.2.1 Métodos

Este proyecto se detallara y presentara información del estado actual que se encuentra las principales calles para el acceso al mercado José Olaya para el cual previamente dicha información le obtuvimos gracias a las autoridades competentes de la municipalidad del Distrito de Nueva Cajamarca y con algunos pobladores residentes de dicho distrito; esto se hizo con la finalidad de conocer la realidad y las condiciones en las que se encuentra la zona de estudio.

Observación directa: Observando las variables en su contexto natural, mediante ciertas visitas pertinentes tanto a la zona de proyecto como a la entidad competente para la recolección de información necesaria y confiable que permitan la elaboración de manera justificada y que sea viable el proyecto.

Análisis de contenido: Se tendrá que sistematizar e interpretar la información recopilada de las diversas fuentes (bibliográficas, planos, programas, entrevistas, etc.) y a la vez cumpliendo con la normativa existente y vigente.

##### 3.2.2 Técnicas

#### **Levantamiento Topográfico**

Curvas de nivel: Proporciona el relieve de un terreno a través de las cotas, en cantidad suficiente de puntos altimétricos y planímetros.

Perfil longitudinal: Vista en corte longitudinal de la orografía del terreno en su estado actual.

Nivelación cerrada y corregida: Se tendrá en cuenta la ubicación de BMS en el contorno de la zona de proyecto, para con dichos puntos garantizar una corrección adecuada para posteriores levantamientos topográficos.

## **Estudio de Trafico**

Formato del MTC: (VER ANEXO, GRÁFICO N° 03)

## **Estudios de suelos**

Análisis Granulométrico: Representa los porcentajes de acuerdo a diferentes tamaños de tamices que permite clasificar los suelos.

Peso Específico: Es aquella relación directa que se da entre el peso como unidad de fuerza y el volumen de algún material.

Limite Líquido: Cantidad de agua que diferencia al estado líquido y al estado plástico de un suelo en estudio.

Limite Plástico: Cantidad de agua que diferencia al estado plástico y el semi-sólido de un suelo.

Contenido de Humedad: Porcentaje de humedad que se obtiene de la división entre una muestra húmeda y su peso relativamente seca.

C.B.R. (California Bearing Ratio): Dato cuantitativo que representa la capacidad que soporta un suelo, el cual se obtiene mediante la aplicación de una fuerza penetrante dentro de un suelo.

Ensayo de compactación Proctor modificado: Es un dato importante para la ejecución de obras viales el cual nos brinda la relación entre la humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado.

Ensayo de resistencia a la abrasión: Es un ensayo que permite obtener mediante la fricción o impacto, el desgaste que sufren los materiales granulares.

### **3.2.3 Instrumentos**

#### **Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.**

- a. Tamices
- b. Hornos
- c. Taras
- d. Fiolas
- e. Moldes de Proctor.
- f. Moldes de CBR.

- g. Máquina de ensayo de corte directo.
- h. Equipo para Límites de Atterberg.

#### **Levantamiento topográfico**

- i. Estación Total.
- j. Prisma para Estación Total.
- k. Brújula
- l. Nivel de Ingeniero
- m. GPS
- n. Wincha de 50 m.
- o. Estacas, libreta de campo, comba, pintura, pincel, etc.

#### **Programas de cómputo**

- p. AutoCAD
- q. Civil 3D
- r. Microsoft office: Word, Excel, Power point.
- s. Ms Project.
- t. S10 Presupuestos

#### **3.2.4 Fuentes**

- i. Bibliografía.
- ii. Normativa existente.

### **3.3 Plan de procesamiento para análisis de datos.**

#### **Fase I**

- u. Coordinación con las autoridades competentes.
- v. Visita a la zona del proyecto.
- w. Recolección de información de campo
- x. Recolección de información bibliográfica y antecedentes
- y. Inicio de la recopilación de datos para la evaluación de impacto ambiental.
- z. Revisión de normativa y reglamentos nacionales vigentes.
- aa. Estudio de tráfico y de flujo peatonal.

#### **Fase II**

- bb. Realizar los estudios hidrológicos.
- cc. Realizar el levantamiento topográfico.
- dd. Realizar los estudios de mecánica de suelos correspondientes.

- ee. Diseño estructural del pavimento.
- ff. Diseño de drenaje pluvial.
- gg. Elaboración de planos de diseño de pavimento.
- hh. Elaboración de planos de diseño de drenaje pluvial.
- ii. Proceso y toma de datos para la evaluación de impacto ambiental.
- jj. Elaboración de memoria de cálculo.
- kk. Elaboración de especificaciones técnicas.
- ll. Revisiones parciales por parte del asesor.

### **Fase III**

- mm. Elaboración de metrados.
- nn. Elaboración de costos y presupuestos.
- oo. Análisis comparativo de resultados y selección del pavimento.
- pp. Elaboración del informe final de Evaluación De Impacto Ambiental.
- qq. Conclusiones y Recomendaciones.
- rr. Revisiones parciales por parte del asesor.

### **Fase IV**

- ss. Presentación del proyecto definitivo al jurado.
- tt. Levantamiento de observaciones.
- uu. Revisión final por parte del jurado

### **3.4 Consideraciones éticas.**

Durante el proceso de formación en la Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo nos inculcaron los valores éticos y morales en la cual me comprometo a emplearlos durante el desarrollo de mi tesis, para el cual desarrollare los objetivos trazados en donde utilizare datos reales de acuerdo a los ensayos realizados. Por lo cual es muestra que mi tesis no es copia de ninguna otra investigación.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

- El primer paso que se hizo para el proyecto fue sacar el IMDA a través de los formatos dados por el MTC, en cual durante una semana se hizo los respectivos conteos en las horas con más flujos vehiculares. Obteniendo como resultado un ESAL de 1928078 vehículos. Para verificar los cálculos correspondientes ver ANEXO ET 01.



Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r:	1.49%
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	3.04%
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)	n:	1

$$T_n = T_0(1 + r)^{n-1}$$

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

TIPO DE VEHICULO		IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"F" P.	f. IMDA
		2022	EJE	LLANTAS	EJE Tn	FLEXIBLE	FLEXIBLE
VEHICULOS LIGEROS	Autos	76.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.040053258
		76.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.040053258
	Mototaxi	682.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.359425291
		682.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.359425291
	Pick Up	111.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.058498838
		111.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.058498838
	Panel	0.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0
		0.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0
	Rural	25.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.013175414
		25.00	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.013175414
OMNIBUS	2E	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
	3E	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	TANDEM	6	16	1.365944548	0
CAMIÓN	2E	38.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	48.08393645
		38.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	123.0549045
	3E	22.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	27.83806847
		22.00	TANDEM	8	18	2.019213454	44.42269598
SEMITRAYLERS	4E	14.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	17.71513448
		14.00	TRIDEM	10	23	1.508183597	21.11457036
	2S1	10.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	12.65366749
		10.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	32.38286961
		10.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	32.38286961
	2S2	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0
	2S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
		0.00	TRIDEM	12	25	1.706026248	0
	3S1	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
	3S2	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0
	>=S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0
		0.00	TRIDEM	12	25	1.706026248	0
TRAYLERS	2T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
	2T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0
	3T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
	>=3T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.265366749	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.238286961	0
		0.00	TANDEM	8	18	2.019213454	0



A continuación, les mostraremos de algunas calles con sus cotas respectivas:

- ✓ En el Jr. San Luis obtenemos una cota mayor de 866.789 msnm y una cota menor de 863.177msnm.
  - ✓ En el Jr. Santa Rosa obtenemos una cota mayor de 865.108 msnm y una cota menor de 863.304 msnm.
  - ✓ En el Jr. Micaela Bastidas obtenemos una cota mayor de 863.665 msnm y una cota menor de 862.534 msnm.
  - ✓ En el Jr. Micaela Bastidas II obtenemos una cota mayor de 862.690 msnm y una cota menor de 862.563 msnm.
  - ✓ En el Jr. Iquitos obtenemos una cota mayor de 863.953 msnm y una cota menor de 860.881 msnm.
  - ✓ En el Jr. Tacna obtenemos una cota mayor de 865.789 msnm y una cota menor de 861.671.
- Se realizo las calicatas correspondientes ( en total 7 calicatas) para luego sacar los ensayos de mecánica de suelo obteniendo como resultados en las siguientes tablas:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	C.B.R. (95%)	ANALISIS GRANULOMETRICO		LIMITES ATTERBERG			CLASIFICACION	
			Pasa 40	Pasa 200	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
C - 1	0.00 - 1.50	11	57.74	37.93	27.14	18.46	8.68	SC	A - 4 (1)
C - 2	0.00 - 1.50	9.7	46.64	25.05	37.09	22.63	14.46	SC	A - 2 - 6 (0)
C - 3	0.00 - 1.50	7.9	92.52	72.62	32.23	20.88	11.35	CL	A - 6 (8)
C - 4	0.00 - 1.50	16.8	47.01	33.40	39.54	17.01	22.53	GC	A - 2 - 6 (2)
C - 5	0.00 - 1.50	9.2	51.22	34.46	27.63	18.41	9.22	SC	A - 2 - 4 (0)
C - 6	0.00 - 1.50	18.5	25.17	14.10	30.79	19.73	11.06	GC	A - 2 - 6 (0)
C - 7	0.00 - 1.50	16.2	22.09	15.15	37.62	19.60	18.02	GC	A - 2 - 6 (0)

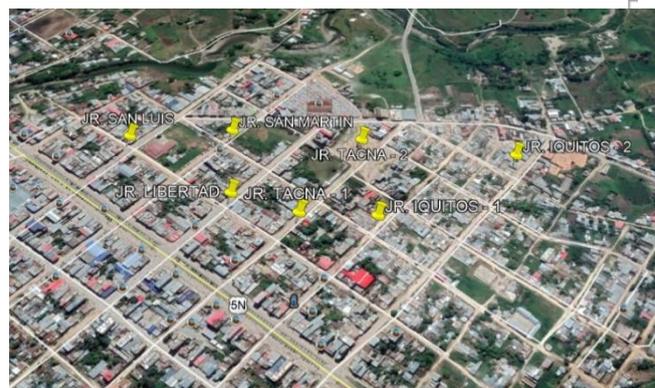
C - 1 : Jr. Iquitos 01

C - 2 : Jr. Iquitos 02

C - 3 : Jr. San Martin

C - 4 : Jr. Tacna 1

C - 5 : Jr. Tacna 2



C – 6 : Jr. La Libertad

C – 7 : Jr. San Luis

Para ver todos los cálculos y resultados obtenidos de los ensayos de cada calicata ver en ANEXO MS 01.

- Luego de haber realizado los cálculos del diseño de pavimento rígido y flexible por el método AAHSTO 93 obtenemos los siguientes resultados:

✓ Para el método flexible tenemos diferentes espesores por el mismo hecho que los CBR son diferentes para cada calle.

Diseño de espesores de las siguientes calles: Jr Iquitos, Jr. Garsilazo De La Vega , Jr. Ricardo Palma y Psj San Pedro, en las cuales sus CBR correspondientes fueron de 11% y 9,7% teniendo como un promedio de CBR a trabajar de 10,35% para realizar los siguientes calculos de diseño de pavimento:

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)=	1928078
Suelo de la Subrasante	Mr (psi) = 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	CBR=	10.35%
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr (psi) = 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	MR(psi)=	11401.26
Módulo de resiliencia de la subbase	Mr (psi) = 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	MR(psi)=	16500.00
Módulo de resiliencia de la base		MR(psi)=	28500.00
Tipo de tráfico		Tipo:	Tr6
Número de etapas		Etapas:	1
Nivel de confiabilidad		Conf:	85.00%
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		Z <sub>R</sub> =	-1.036
Desviación estandar combinado		So=	0.45
Indice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico		Pi=	4
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		Pf=	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		ΔPSI=	1.5

\*Número estructural de la carpeta asfáltica

SN1= 2.24

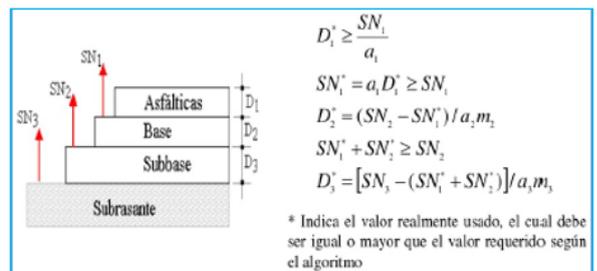
\*Número estructural de la carpeta asfáltica y base

SN2= 2.79

\*Número estructural de la carpeta asfáltica, base y sub-base

SN3= 3.23

**- Determinación de los espesores del pavimento**



**- Estructura del Pavimento**



Diseño de espesores de las siguientes calles: Jr San Martin, Jr Tacna y Jr Micaela Bastidas I y II en las cuales sus CBR correspondientes fueron de 7,9% y 9,2% teniendo como un promedio de CBR a trabajar de 8,55% para realizar los siguientes calculos de diseño de pavimento:

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)=	1928078
Suelo de la Subrasante	$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	CBR=	8.55%
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	MR(psi)=	10089.0255
Módulo de resiliencia de la subbase	$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	MR(psi)=	16500.00
Módulo de resiliencia de la base	$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	MR(psi)=	28500.00
Tipo de tráfico		Tipo:	Tp6
Número de etapas		Etapas:	1
Nivel de confiabilidad		Conf:	85.00%
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		Z <sub>R</sub> =	-1.036
Desviación estandar combinado		S <sub>o</sub> =	0.45
Indice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico		P <sub>i</sub> =	4
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		P <sub>f</sub> =	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		ΔPSI=	1.5

\*Número estructural de la carpeta asfáltica

**SN1=** 2.24

\*Número estructural de la carpeta asfáltica y base

**SN2=** 2.79

\*Número estructural de la carpeta asfáltica, base y sub-base

**SN3=** 3.23

**- Determinación de los espesores del pavimento**

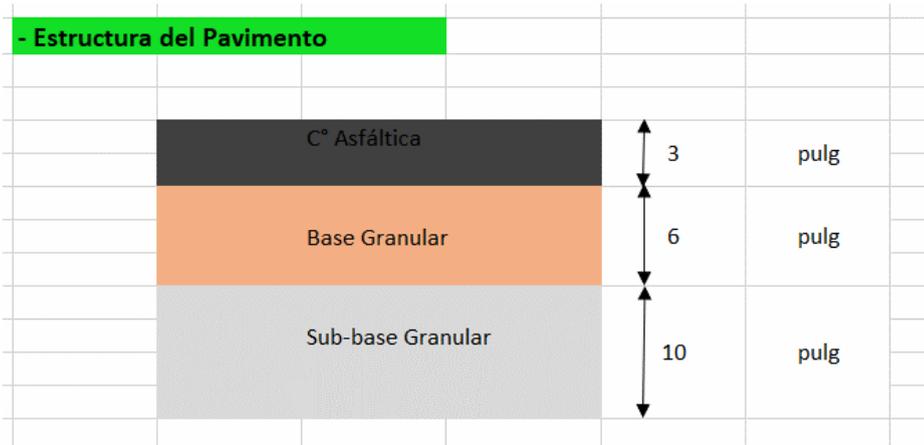
The diagram shows a cross-section of the pavement layers: Subrasante at the bottom, followed by Subbase, Base, and Asfálticas at the top. Red arrows labeled SN<sub>1</sub>, SN<sub>2</sub>, and SN<sub>3</sub> point upwards from the subgrade through the layers. To the right of the diagram, the following equations are listed:
 
$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1' = a_1 D_1 \geq SN_1$$

$$D_2 = (SN_2 - SN_1') / a_2 m_2$$

$$SN_1' + SN_2' \geq SN_2$$

$$D_3 = [SN_3 - (SN_1' + SN_2')] / a_3 m_3$$
 A note at the bottom right states: '\* Indica el valor realmente usado, el cual debe ser igual o mayor que el valor requerido según el algoritmo'.



Diseño de espesores de las siguientes calles: Jr Tacna, Jr San Luis y Jr Libertad en las cuales sus CBR correspondientes fueron de 16,80%, 18,50% y 16,20% teniendo como un promedio de CBR a trabajar de 17,17% para realizar los siguientes calculos de diseño de pavimento:

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(W18)=	1928078
Suelo de la Subrasante	$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$	CBR=	17.17%
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR(psi)=	15761.2235
Módulo de resiliencia de la subbase	$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR(psi)=	16500.00
Módulo de resiliencia de la base		MR(psi)=	28500.00
Tipo de tráfico		Tipo:	Tp6
Número de etapas		Etapas:	1
Nivel de confiabilidad		Conf:	85.00%
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		Z <sub>R</sub> =	-1.036
Desviación estandar combinado		S <sub>o</sub> =	0.45
Indice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico		P <sub>i</sub> =	4
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		P <sub>f</sub> =	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		ΔPSI=	1.5

\*Número estructural de la carpeta asfáltica

SN1= 2.24

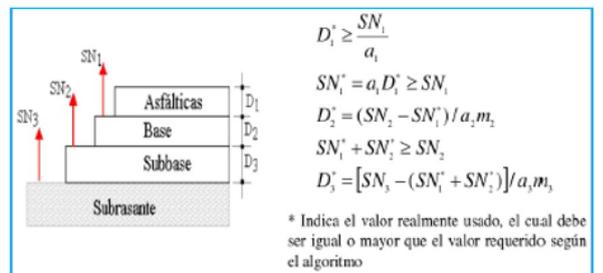
\*Número estructural de la carpeta asfáltica y base

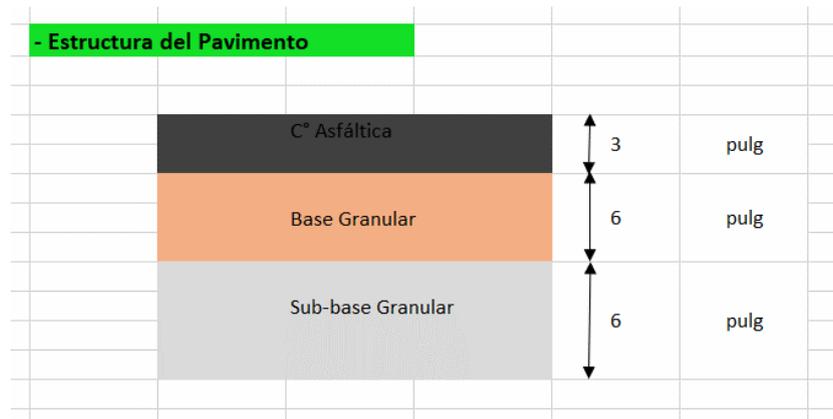
SN2= 2.79

\*Número estructural de la carpeta asfáltica, base y sub-base

SN3= 3.23

**- Determinación de los espesores del pavimento**





- ✓ Para el método Rígido se trabajó con los diferentes CBR que se obtuvo para cada calle en el cual se llegó a un resultado de acuerdo a los cálculos que es el mismo espesor para todas las calles.

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	1 928 078	
CBR de la subrasante (%)	CBR =	10.4 %	
Resistencia del concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	(F'c)	280	
Módulo elástico del concreto (PSI)	$E = 57000x(fc)^2 ; (fc \text{ en PSI})$	Ec	3597112.797
Resistencia media del concreto a flexo tracción a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	$M_r = \alpha \sqrt{f'c}$	Mr	40
Modulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)		Ko	56.00
CBR mínimo de la subbase (%)	VERDADERO	CBR(subB.) =	40.0 %
CBR mínimo de la subbase - definido (%)		CBR DEF.	45.0 %
Modulo de reacción de la subbase granular (Mpa/m)		K1(subB.) =	130.00
Espesor de la subbase granular (cm) recomendado por la MTC		h=	15.00
Coefficiente de reacción combinado (Mpa)	$K_c = \left( 1 + \left( \frac{h}{38} \right)^2 \times \left( \frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} \times K_0$	Kc	63.19
Tipo de tráfico		Tipo:	TP6
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico		Pi	4.3
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		Pt	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		Δ PSI	1.8
Desviación estandar combinado		So	0.36
Nivel de confiabilidad		conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		ZR	-1.036
Condiciones de drenaje		cd	1.0
Coefficiente de transmisión de carga en las juntas		J	3.8
Concreto hidráulico sin pasadores			

D-0	D-1
22 cm	15 cm
Capa superficial (Losa de concreto)	SubBase Granular

Para ver los cálculos detallados de los diseños de pavimento rígido y flexible ver en ANEXO DP-01

- Luego de hacer los cálculos para el diseño de cunetas superficiales a través del método de Gumbel(ver ANEXO DC 01) obtuve la intensidad de diseño que tiene un valor 64.87 mm/hr para luego realizar los cálculos respectivos para ver si es necesario diseñar drenaje pluvial de acuerdo al caudal circulante. Del análisis obtuve un caudal circulante de 1.3 m<sup>3</sup>/s y la capacidad de evacuación de mi calle es de 1.7 m<sup>3</sup>/s por lo que estas no requieren de drenaje pluvial .Sin embargo la existencia de canales naturales en la zona me lleva a realizar una propuesta de mejoramiento con canales de concreto de las siguientes dimensiones:0.60 m de altura y 0.65 m de ancho con espesor de paredes y fondo de 10 cm.
- Luego de hacer el metrado(ver ANEXO M 01), análisis de costo unitario y respectivo presupuesto obtuve para la propuesta del diseño flexible un costo de **5537015,11** soles y para el diseño del pavimento rígido es de**11286086** soles.
- Dado los resultados de los diseños mencionados en el item anterior se llega a la conclusión que el pavimento flexible resulta mucho más económico que el pavimento rígido, razón por la cual considero que es el mejor que se adecua para mi zona de proyecto.
- Luego de haber hecho los análisis anteriores se procedió a realizar las secciones (Ver ANEXO PD 01) cada 10 metros de los pavimentos del proyecto, además de su respectiva señalización (ver ANEXO PS 01).
- Para concluir con el proyecto se realizo un estudio de impacto ambiental (ver ANEXO EIA 01)en donde se analizó las causas y peligros a través de la matriz de Leopold durante la ejecución y ver las soluciones posibles de los residuos solidos y partículas suspendidas que se lo puede dar sin contaminar el medio ambiente.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ Luego de realizar el levantamiento topográfico se llegó a una conclusión que el promedio de cotas de las calles es de 864.5 msnm, además en este levantamiento se realizó el trazo de perfiles y secciones cada 10 metros para cada calle.
- ✓ Se realizó los respectivos ensayos de mecánica de suelos obteniendo diferentes CBR en cual se empleó un CBR promedio para cada diseño.
- ✓ Determinamos la cantidad del IMDA de los vehículos circulantes en el cual obtuvimos un ESAL de 1928078 vehículos, posteriormente procedimos con el diseño.
- ✓ Se realizó dos diseños de pavimentos uno para pavimento rígido que de acuerdo a los cálculos salió con un espesor de 22 cm de capa de concreto y para el diseño de pavimento flexible un espesor de 7.62 cm de carpeta asfáltica.
- ✓ Se llegó a una conclusión que de acuerdo a los cálculos no se requiere hacer el drenaje pluvial por el mismo hecho que su caudal de circulación es menor a que su caudal de evacuación. Se está planteando un mejoramiento al canal natural existente por un canal de concreto armado con dimensiones de 60 cm de altura por 65 cm de ancho.
- ✓ En la presente tesis se mostró todos los cálculos requeridos para el diseño de pavimento rígido y flexible las cuales se emplearon el método AASHTO 93, llegando a una conclusión a través de los resultados de los diseños, metrados y costos que el pavimento flexible es más económico que el pavimento rígido. Se concluye que este proyecto se ejecutara con el diseño y presupuesto del pavimento flexible.
- ✓ Para concluir dicho proyecto se realizó un estudio de impacto ambiental en donde habrá un presupuesto exclusivo para el manejo de los residuos sólidos generados en la ejecución, a la misma vez se tratará de disminuir las partículas suspendidas y los ruidos generados por los equipos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda que los materiales a emplear en la ejecución del proyecto cumplan con todos los requisitos establecidos de calidad.
- ✓ Verificación de las capas del pavimento (sub base, base y carpeta asfáltica) a través de un topógrafo para ver que los niveles estén de forma correcta y la superficie bien homogénea.
- ✓ Tener en cuenta el clima a la hora del proceso constructivo en la carpeta asfáltica
- ✓ Luego de la ejecución se recomienda hacer mantenimiento del pavimento y del drenaje pluvial cada cierto tiempo.
- ✓ Utilizar equipos que no contaminen mucho el medio ambiente y así disminuir las partículas suspendidas.
- ✓ Llevar a un lugar apropiado los residuos sólidos y algunos materiales reutilizarlo en otras partidas que puedan ser útiles.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. A. Jose, Los Pavimentos en las Vias terrestres, 1° Ed ed., Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, 2002.
- [2] W. Ibañez , Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales, 1 Ed ed., Lima: Macro, 2012.
- [3] R. Torres Sirion , Artist, *Analisis comparativo de costos entre el pavimento flexible y el pavimento rigido*. [Art]. Universidad De San Carlos De Guatemala, 2007.
- [4] L. Paredes Rojas , Pavimentos, 1° Ed ed., Tarapoto: UNSM, 2008.
- [5] M. d. T. y. Comunicaciones, «Manual de Carreteras: Especificaciones Tecnicas Generales para Construcccion,» *MTC*, 2013.
- [6] J. Cardenas Grisales, Diseño Geometrico de Carreteras, 2 Ed ed., Bogota: Ecoe, 2013.
- [7] W. Ibañez , Costos y Tiempos en Obras Viales, Primera Edicion ed., Lima: Macro, 2012.
- [8] Vasquez C, «Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento economico del Perú,» 2008.
- [9] E. Hun, Artist, *Diseño del pavimento rigido y drenaje pluvial para un sector de la Aldea Santa Maria Cauque, del Municipio de Santiago Sacatepequez, Sacatepequez.* [Art]. 2003.
- [10] N. Guillen , Artist, *tesis Titulada, “Formulación de propuestas para la adecuación depavimento y sistema de recolección de aguas de lluvia en el área de estacionamiento de la empresa RESIMON, C.A.* [Art]. Universidad Jose Antonio Paéz, 2013.
- [11] N. Huaman , Pavimentos Flexibles, Lima: UNI, 2000.
- [12] C. Guerra Bustamante, Localización y diseño geométrico Manual de proyectos, Lima , 1997.
- [13] H. Morales Sosa, Ingenieria Vial I, Santo Domingo, 2006.
- [14] E. Scipion Piñella , Diseño De Carreteras, Lima, 2001.
- [15] N. J. Garber, Ingenieria de Transito y Carreteras, Cengage Learning Editores S.A. De C.V, 2004.

- [16] F. Olivera Bustamante, Estructuración De Vías Terrestres, Mexico : Patria, 2009.
- [17] Akzo Nobel, «Emulsiones Asfálticas,» *Instituto Mexicano del Transporte*, 2001.
- [18] G. Thenoux Zeballos, F. A. Halles Arévalo y A. González V., Guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito, Santiago, 2002.

# VIII. ANEXOS

## ANEXO N° 01: DOCUMENTOS

## DOCUMENTO N° 1.01: Solicitud sobre información general para la necesidad del proyecto

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVA CAJAMARCA	
<b>GERENCIA MUNICIPAL</b>	
26 MAY 2020	
REGISTRO N°	769
FOLIOS	01
HORA	10:04 ca
FIRMA	

SUMILLA: Solicito información general del distrito.

SEÑOR ALCALDE DEL DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA

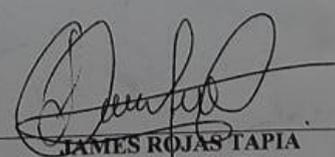
Yo, **James Rojas Tapia**, identificado con DNI N° 73684574, domiciliado en el Jr. Piura 723, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín, estudiante de Ingeniería Civil en la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo – Chiclayo, con teléfono N° 929496332, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, con el motivo de realizar mi tesis sobre el diseño de las calles no pavimentadas del distrito de Nueva Cajamarca, me presento a si digna alcaldía a fin de solicitarle que me brinde información sobre los siguientes puntos: porcentajes de las áreas pavimentadas y no pavimentadas del distrito, kilometraje de las calles y análisis del flujo vehicular (IMDA) que llegan al mercado mayorista José Olaya, principales productos y economía que genera el mercado José Olaya y plano de sección de vía del distrito.

Por lo expuesto:

Ruego a usted acceder a lo solicitado por ser de justicia.

Nueva Cajamarca, 26 de mayo del 2020

  
**JAMES ROJAS TAPIA**  
DNI N° 73684574

**DOCUMENTO N° 1.02: Solicitud de constancia de autorización para estudios topográficos en el terreno.**



**USAT**  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

“Año de la Universalización de la salud”



Señor: Prof. Segundo Gonzalo Vásquez Tan.

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVA CAJAMARCA

Yo James Rojas Tapia identificado con D.N.I N° 73684574 alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la “Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo” de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Con Residencia en el Jr. Piura 723; comprensión del distrito de Nueva Cajamarca; ante usted con el debido respeto expongo:

Que siendo requisito indispensable realizar un proyecto de tesis denominado “ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO PRELIMINAR DE LOS PAVIMENTOS EN LAS CALLES DE ACCESO AL MERCADO MAYORISTA JOSE OLAYA, DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN ,2020.” para cumplir con el desarrollo de actividades necesarios para culminar la carrera de Ingeniería Civil Ambiental, por esta razón recurro a su digno despacho para solicitar ordene a quien convenga me expida una **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a información que se requiera y el permiso correspondiente para poder realizar estudios de mecánica de suelos en la zona donde se desarrollará el proyecto.

Por lo expuesto es justicia que espero alcanzar.

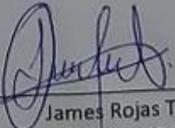
Nueva Cajamarca, 06 de Julio del 2020.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
NUEVA CAJAMARCA  
**GERENCIA MUNICIPAL**

06 JUL 2020

REGISTRO N° ..... 946 .....

FOLIOS ..... 01 ..... HORA ..... 4:50 ..... FIRMA ..... [Firma] .....



James Rojas Tapia  
DNI N° 73684574

## DOCUMENTO N° 1.03: Solicitud de constancia de necesidad del proyecto.



USAT  
Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

"Año de la Universalización de la salud"



Señor: Prof. Segundo Gonzalo Vásquez Tan,

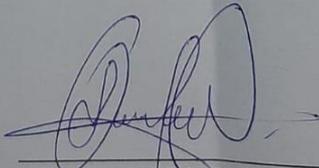
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVA CAJAMARCA

Yo James Rojas Tapia identificado con D.N.I N° 73684574 alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Con Residencia en el Jr. Piura 723; comprensión del distrito de Nueva Cajamarca; ante usted con el debido respeto expongo:

Que siendo requisito indispensable realizar un proyecto de tesis denominado "ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO PRELIMINAR DE LOS PAVIMENTOS EN LAS CALLES DE ACCESO AL MERCADO MAYORISTA JOSE OLAYA, DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN, 2020." para cumplir con el desarrollo de actividades necesarios para culminar la carrera de Ingeniería Civil Ambiental, por esta razón recorro a su digno despacho para solicitar ordene a quien convenga me expida una **CONSTANCIA** donde se indique que el mencionado proyecto sea necesario para llevarse a cabo, debido a que mediante un recorrido hecho por mi persona, el estado actual de los factores que involucran el futuro del proyecto, se encuentran en mal estado y en algunas condiciones no cumplen con las condiciones mínimas para una adecuada transitabilidad peatonal y vehicular en las principales vías de acceso al Mercado Mayorista José Olaya del distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, Región San Martín.

Por lo expuesto es justicia que espero alcanzar.

Nueva Cajamarca, 06 de Julio del 2020.



James Rojas Tapia  
DNI N° 73684574

MUNICIPALIDAD DISTRITAL NUEVA CAJAMARCA

**MESA DE PARTES**  
Trámite Documentarios

07 JUL 2020

Reg. N°: 4125

Hora: 3:30 pm

Folios: 01

**DOCUMENTO N° 1.04: Solicitud de constancia de Inexistencia de Proyecto.**




"Año de la Universalización de la salud"

Señor: Prof. Segundo Gonzalo Vásquez Tan,

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVA CAJAMARCA

Yo James Rojas Tapia identificado con D.N.I N° 73684574 alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Con Residencia en el Jr. Piura 723; comprensión del distrito de Nueva Cajamarca; ante usted con el debido respeto expongo:

Que siendo requisito indispensable realizar un proyecto de tesis denominado **"ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO PRELIMINAR DE LOS PAVIMENTOS EN LAS CALLES DE ACCESO AL MERCADO MAYORISTA JOSE OLAYA, DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN ,2020."** para cumplir con el desarrollo de actividades necesarios para culminar la carrera de Ingeniería Civil Ambiental, por esta razón recorro a su digno despacho para solicitar ordene a quien convenga me expida una **CONSTANCIA** donde se indique que el mencionado proyecto no cuenta con código SNIP, ni se encuentre en el Banco de Proyectos de la Municipalidad distrital de Nueva Cajamarca.

Por lo expuesto es justicia que espero alcanzar.

Nueva Cajamarca, 06 de Julio del 2020.

  
 \_\_\_\_\_  
 James Rojas Tapia  
 DNI N° 73684574



**DOCUMENTO N° 1.05: Solicitud de constancia de autorización para estudios topográficos en el terreno.**



"Año de la Universalización de la salud"



Señor: Prof. Segundo Gonzalo Vásquez Tan.

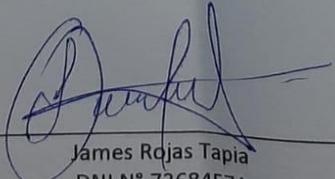
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVA CAJAMARCA

Yo James Rojas Tapia identificado con D.N.I N° 73684574 alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Con Residencia en el Jr. Piura 723; comprensión del distrito de Nueva Cajamarca; ante usted con el debido respeto expongo:

Que siendo requisito indispensable realizar un proyecto de tesis denominado "ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO PRELIMINAR DE LOS PAVIMENTOS EN LAS CALLES DE ACCESO AL MERCADO MAYORISTA JOSE OLAYA, DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA, DEPARTAMENTO SAN MARTIN ,2020." para cumplir con el desarrollo de actividades necesarios para culminar la carrera de Ingeniería Civil Ambiental, por esta razón recurro a su digno despacho para solicitar ordene a quien convenga me expida una **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a información que se requiera y el permiso correspondiente para poder realizar estudios topográficos en la zona donde se desarrollará el proyecto.

Por lo expuesto es justicia que espero alcanzar.

Nueva Cajamarca, 06 de Julio del 2020.

  
James Rojas Tapia  
DNI N° 73684574

MUNICIPALIDAD DISTRITAL NUEVA CAJAMARCA	
<b>MESA DE PARTES</b>	
Tramité Documentarios	
07 JUL 2020	
Reg. N°:	4174
Hora:	3:29 PM
Folios:	01

## ANEXO N° 02: CUADROS

CUADRO N° 2.01: Indicadores de causas de accidentes a nivel departamental

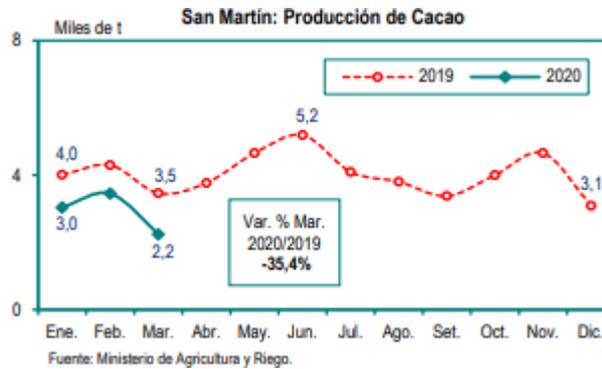
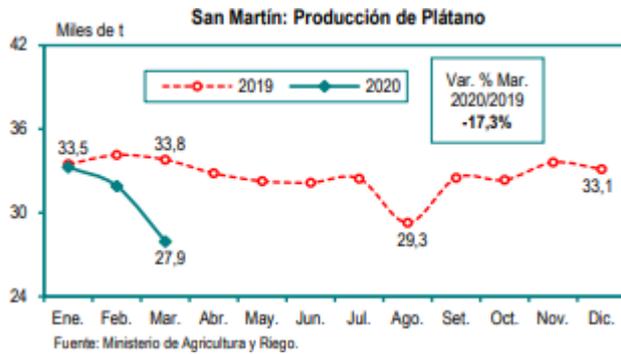
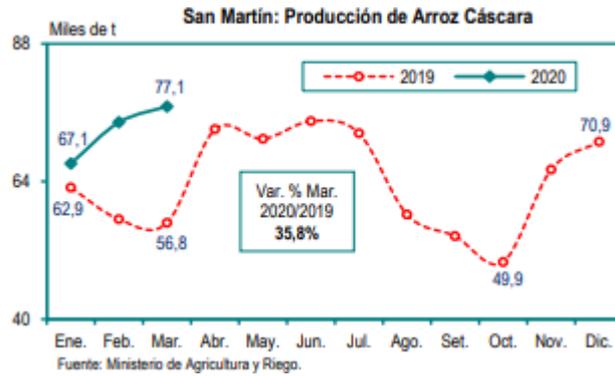
Departamento	Causa						
	Total	Exceso de velocidad	Imprudencia / ebriedad del conductor	Imprudencia del peatón / pasajero	Falla mecánica / falta de luces	Desacato señal de tránsito	Exceso de carga / pista en mal estado, señalización deficiente y otras
<b>Total</b>	<b>90 056</b>	<b>25 048</b>	<b>32 460</b>	<b>6 405</b>	<b>2 334</b>	<b>1 218</b>	<b>22 591</b>
Amazonas	362	139	138	12	5	1	67
Áncash	2 061	388	851	133	53	6	630
Apurímac	818	196	345	33	9	4	231
Arequipa	5 101	1 142	2 386	400	128	18	1 027
Ayacucho	696	125	402	50	27	11	81
Cajamarca	2 077	335	1 086	158	52	18	428
Prov. Const. del Callao	3 417	1 123	1 221	153	60	4	856
Cusco	4 010	1 364	1 307	328	90	27	894
Huancavelica	257	51	57	25	10	-	114
Huánuco	809	333	245	86	44	4	97
Ica	1 303	310	534	46	31	5	377
Junín	2 429	821	768	291	36	6	507
La Libertad	5 646	1 779	1 849	445	120	14	1 439
Lambayeque	3 176	1 213	1 176	218	58	3	508
Lima	49 336	13 310	16 354	3 719	1 316	1 065	13 572
Loreto	279	87	161	2	1	-	28
Madre de Dios	434	183	136	17	18	-	80
Moquegua	509	74	219	10	15	19	172
Pasco	258	93	84	5	6	1	69
Piura	2 512	966	919	104	82	8	433
Puno	999	280	568	36	13	1	101
<b>San Martín</b>	<b>1 343</b>	<b>300</b>	<b>682</b>	<b>38</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>294</b>
Tacna	983	157	434	55	23	2	312
Tumbes	503	82	242	13	14	-	152
Ucayali	738	197	296	28	95	-	122

FUENTE: INEI

CUADRO N° 2.02: Indicadores del panorama económico departamental

San Martín, Marzo 2020

Producción de Arroz Cáscara (Variación porcentual)		Producción de Palma Aceitera (Variación porcentual)		Producción de Plátano (Variación porcentual)		Producción de Cacao (Variación porcentual)		Producción de Energía Eléctrica (Variación porcentual)		Ingresos Recaudados por la SUNAT - Tributos Internos (Variación porcentual)	
Marzo 2020/2019	Ene.-Mar. 2020/2019	Marzo 2020/2019	Ene.-Mar. 2020/2019	Marzo 2020/2019	Ene.-Mar. 2020/2019	Marzo 2020/2019	Ene.-Mar. 2020/2019	Marzo 2020/2019	Ene.-Mar. 2020/2019	Marzo 2020/2019	Ene.-Mar. 2020/2019
35,8	23,4	-11,3	-2,8	-17,3	-8,2	-35,4	-25,9	-3,0	-6,7	-18,9	4,6



**CUADRO N° 2.03: Distancias totales de las calles del proyecto a trabajar.**

<b>AREA TOTAL A DISEÑAR</b>	
<b>CALLES</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>
Jr. San Martin	339.2
Jr. La Libertad	301.94
Jr. Tacna	517.47
Jr. Santa Rosa	463.66
Jr. San Luis	464.14
Jr. Iquitos	634.74
S/N	580.57
<b>TOTAL</b>	<b>3301.72</b>

FUENTE: Propia

ANEXO N° 03: GRÁFICO

GRÁFICO N° 3.01: Formato del MTC para clasificación vehicular

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO

UBICACION LA COMPLETURA

DIRECCION:  ← →  → ←

UBICACION:

CM:

ESTACION

CODIGO DE LA ESTACION:

DA Y FECHA:



HORA	SENTO DO	AUTO	CAMIONETA					BUS			CAMION			MOTOCICLETA				TANQUE					
			STACION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Camión	MICHO	2 E	H+3 E	2 E	3 E	4 E	2E1/2E2	2E3	2E1/2E2	H-2E3	2T2	2T3	2T2	H-2T3			
00-01	O																						
01-02	O																						
02-03	O																						
03-04	O																						
04-05	O																						
05-06	O																						
06-07	O																						
07-08	O																						
08-09	O																						
09-10	O																						
10-11	O																						
11-12	O																						
12-13	O																						
13-14	O																						
14-15	O																						
15-16	O																						
16-17	O																						
17-18	O																						
18-19	O																						
19-20	O																						
20-21	O																						
21-22	O																						
22-23	O																						
23-24	O																						
PARCIAL:	O																						

ENCUESTADOR
JEFE DE BRIGADA
INCL. RESPONSO
SUPER. MTC

FUENTE: MTC

### ANEXO N° 04: IMÁGENES

#### IMAGENES N° 4.01: Generación del polvo por el mal estado de las principales vías de acceso al Mercado Jose Olaya



FUENTE: Propia



FUENTE: Propia



FUENTE: Propia

**IMAGENES N° 4.02: Mal estado de las calles por consecuencia de falta de mantenimiento**



FUENTE: Propia



FUENTE: Propia



FUENTE: Propia



FUENTE: Propia

