



EN LA UAP  
TÚ ERES PARTE  
DEL CAMBIO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA CREACIÓN  
DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL  
JR. MIGUEL ANGEL EN LA CIUDAD  
DE CAJAMARCA”**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
ZURISADHEY PECEROS ROSELL  
(ORCID: 0000-0002-8968-4853)**

**ASESOR  
Mg. ORTEGA FLORES, ESTEBAN  
(ORCID: 0000-0002-4116-8278)**

**ABANCAY – PERU, 2022**

## **DEDICATORIA**

Gracias a mis padres por convertirme en lo que soy hoy y por inspirarme continuamente para lograr mis sueños.

A mi hermana Nadramia, por su apoyo emocional en todo este proceso.

Y, a mí; por ser valiente esas veces que quise salir corriendo, por seguir intentando sin rendirme.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia gracias por vuestra comprensión, amor y continuos ánimos.

A mi hermana, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi formación profesional.

A mis profesores, por brindarme los copiosos conocimientos que me ayudaron y me ayudarán a lo largo de mi vida profesional.

## RESUMEN

El plan de estudio cuya finalidad general tiene presentar el trabajo de suficiencia titulado “Diseño de Pavimento Rígido para la creación del Servicio de Transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca”, tiene como objetivo el diseño de Pavimento para el jirón mencionado.

**Resultados:** Partiendo por el estudio de tráfico se tiene como resultado: considerando que corresponde al tráfico ligero y en casos pesado tiene mayor importancia a un tipo **T2S2**, con un **ESAL** de **5,066.610.03** que pertenece al tipo de tráfico **Tp8**, con **IMDA** proyectado a **20 años**, los vehículos que circulan por el Jr. Miguel Ángel son predominantemente ligeras y en casos pesados.

Asimismo, para el estudio de suelos de acuerdo con la metodología AASHTO-93 se llegó a los siguientes resultados: se obtuvo una clasificación SUCH – **CH**, AASHTO de **A-7-6(13)** un valor para el CBR al 95% de **4.06%** y al 100% de **5.14%**, una compactación de: O.C.H **24.60** y M.D.S de **1.61 gr/cm<sup>3</sup>** calificándose como un suelo limo arcilloso medianamente plástico, notándose que el CBR es muy bajo, se recomienda que una vez compactada la subrasante se coloque una capa de over o enrocado de piedra de espesor mínimo de 0.25 m, las partículas de esta capa presentarán un diámetro promedio de 4” y tendrán una adecuada resistencia como para soportar eventualmente condiciones continuas de saturación.

Finalmente se concluyó con el cálculo del espesor del pavimento el cual es un Pavimento Rígido de **20 cm**, el espesor de la base granular es de **25 cm** y el espesor del mejoramiento con over de **25 cm**

**Palabras clave:** Pavimento Rígido, Trafico vial, CBR, Espesor.

## **ABSTRACT**

The plan of study whose general purpose is to present the work of sufficiency titled "Design of Rigid Pavement for the creation of the Service of Transitability of the Jr. Miguel Angel in the city of Cajamarca", has as objective the design of Pavement for the mentioned jiron.

Results: Starting with the traffic study, the result is as follows: considering that it corresponds to light traffic and in heavy cases it has greater importance to a type T2S2, with an ESAL of 5,066,610.03 that belongs to the type of traffic Tp8, with IMDA projected to 20 years, the vehicles that circulate through Jr. Miguel Angel are predominantly light and in heavy cases.

Likewise, for the soil study according to the AASHTO-93 methodology, the following results were obtained: a SUCH - CH, AASHTO classification of A-7-6(13), a value for CBR at 95% of 4.06% and at 100% of 5.14%, a compaction of: O.C.H 24.60 and M.D.S of 1.61 gr/cm<sup>3</sup> qualifying as a medium plastic clayey silt soil, noting that the CBR is very low, it is recommended that once the subgrade is compacted, a layer of over or stone filling of minimum thickness of 0.25 m is placed, the particles of this layer will present an average diameter of 4" and will have adequate resistance as to eventually withstand continuous saturation conditions.

Finally, we concluded with the calculation of the pavement thickness, which is a rigid pavement of 20 cm, the thickness of the granular base is 25 cm and the thickness of the overlay is 25 cm.

**Key words:** Rigid pavement, Road traffic, CBR, Thickness.

## INTRODUCCION

La ciudad de Cajamarca cuenta con una extensión de 2979.78 Km<sup>2</sup>, de los cuales la cobertura a pavimentar es de 0.0184 km<sup>2</sup>, representando el 0.00062%, el pavimento actual de las calles es a nivel de afirmado y se encuentran en mal estado.

El mal estado del Jr. Miguel Ángel de la ciudad de Cajamarca afecta directamente a las familias que allí habitan, agudiza el índice de contaminación ambiental, destruye el patrimonio público y privado, así como impide la normal circulación de personas y vehículos.

El presente trabajo de suficiencia tiene como objetivo Diseñar el Pavimento Rígido para el Jr. Miguel Ángel ubicado en el casco urbano de Cajamarca que dispone estudios básicos como: estudio de tráfico, estudios de suelos y determinar el espesor del pavimento a diseñar.

Por consiguiente, se determinó un diseño de Pavimento Rígido para así asegurar el periodo de vida útil del pavimento, en este mismo contexto se obtuvieron los factores de diseño como: el estudio de tráfico teniendo como resultado fichas de conteo vehicular de la zona de estudio, seguidamente se realizó el estudio de suelos en el cual se obtuvo el parámetro de CBR, de acuerdo con la clasificación SUCS tiene una denominación de CH, la cual corresponde a las arcillas orgánicas. De acuerdo con la clasificación AASHTO tiene una denominación de A-7-6, la cual corresponde a las arcillas plásticas y presentan elevada expansión. y finalmente se determinó el espesor de pavimento el cual es un Pavimento Rígido de 20 cm.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>CAPÍTULO I:</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>GENERALIDADES DE LA</b>	
<b>EMPRESA</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1. Antecedentes de la empresa .....	ix
1.2. Perfil de la empresa .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2.1. Misión.....	ix
1.2.2. Visión .....	x
1.2.3. Proyectos Similares .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>CAPÍTULO II:</b> .....	<b>1</b>
<b>REALIDAD PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>1</b>
2.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	1
2.2. Formulación del Problema .....	5
2.2.1. Problema General .....	5
2.2.2. Problemas Específicos.....	5
2.3. Objetivos del Proyecto .....	5
2.3.1. Objetivo General .....	5
2.3.2. Objetivos Específicos.....	5
2.4. Justificación .....	6
2.5. Limitantes de la Investigación .....	6
<b>CAPÍTULO III:</b> .....	<b>7</b>
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	<b>7</b>
3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado .....	7
3.1.1. Requerimientos .....	8
3.1.2. Cálculos .....	8
3.1.3. Dimensionamiento .....	28
3.1.4. Equipos utilizados .....	29
3.1.5. Conceptos básicos para el Diseño de Pavimento Rígido.....	30

3.1.6.	Estructura.....	31
3.1.7.	Elementos y funciones.....	31
3.1.8.	Planificación del proyecto .....	33
3.1.9.	Servicios y Aplicaciones.....	33
<b>CAPÍTULO IV: .....</b>		<b>46</b>
<b>DISEÑO METODOLOGICO .....</b>		<b>46</b>
4.1.	Tipo y diseño de investigación .....	46
4.2.	Método de Investigación .....	47
4.3.	Población y Muestra.....	47
4.4.	Lugar de Estudio.....	48
4.5.	Técnica e Instrumentos para la recolección de la información.....	49
4.6.	Análisis y Procesamientos de datos.....	49
<b>CAPÍTULO V:.....</b>		<b>50</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>50</b>
5.1.	Conclusiones .....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.	Recomendaciones .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>CAPÍTULO VI:.....</b>		<b>52</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>		<b>52</b>
6.1.	Glosario de Términos.....	52
6.1.	Libros .....	52
6.1.	Electrónica .....	52
<b>CAPÍTULO VII:.....</b>		<b>50</b>
<b>ÍNDICES .....</b>		<b>50</b>
7.1.	Índices de Figuras.....	50
7.2.	Índices de Tablas.....	52
<b>CAPÍTULO VIII: .....</b>		<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>53</b>
ANEXO 1 - Diapositivas utilizadas en la sustentación.....		58



# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.1. Antecedentes de la empresa**

Actualmente la “Municipalidad Provincial de Cajamarca” encargada de desarrollar el bienestar social y económico fue considerada históricamente un centro de referencia regional de gran importancia, en parte por sus diversos recursos naturales y arqueológicos que sustentan el desarrollo del turismo.

La “Municipalidad Provincial de Cajamarca” fue fundada el primero de enero de 1900, y tomo inicio el veinticuatro de junio de 1993 con un tipo de Gobierno Regional, con RUC: 20143623042, actualmente gestionada por el alcalde Henry Alcántara Salazar, ubicada en la Av. Alameda de los Incas, Cajamarca 06002.

#### **1.1.1. Misión**

"Somos una institución que: Promueve el desarrollo local y el bienestar social, garantiza la participación en la gestión municipal y la seguridad ciudadana, brinda servicios públicos esenciales, gestiona el crecimiento ordenado de la ciudad y el

equipamiento con infraestructura, del territorio urbano y rural de la provincia de Cajamarca."

### **1.1.2. Visión**

"Municipalidad Provincial de Cajamarca moderna y competitiva, líder institucional del desarrollo sostenible de la provincia, implementa estrategias de concertación y articulación para cerrar brechas sociales y de infraestructura, brinda servicios públicos de calidad y hace buen uso de los recursos públicos que gestiona."

### **1.1.3. Proyectos similares**

- 22152: "Ejecución de la obra construcción de la Pavimentación del Jr. Nicolás Arriola entre el Jr. bolívar y la Av. Independencia y en el puente carrozable sobre la quebrada Calispuquio en la intersección del Jr. Nicolás Arriola y pasaje independencia sector 01 San Sebastian, Provincia de Cajamarca-Cajamarca." **(1,428,866.93).**
- 2025925: "Pavimentación del Jr. Alfonso Ugarte entre el Jr. Arcomayo y Av. Héroes del Cenepa del sector Mollepampa de la Provincia de Cajamarca, Cajamarca." **(2,801,504.23).**
- 2211874: "Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en las Avenidas Porongo, Sebastián Díaz Marín, Zárate Miranda y Chachapoyas, Distrito Baños del Inca, Provincia de Cajamarca – Cajamarca." **(8,867,002.81).**
- 2477424: "Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad con la Pavimentación del Jr. Mártires de Uchuracay, entre Av. Atahualpa y Jr. Emancipadores sector 13 San Martin del Distrito de Cajamarca- Provincia de Cajamarca- departamento de Cajamarca." **(5,617,849.54).**

## **CAPÍTULO II**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **2.1. Descripción de la Realidad Problemática**

El presente proyecto se desarrolla en la ciudad de Cajamarca para el diseñar el Pavimento del Jr. Miguel Ángel de la ciudad de Cajamarca, al estar en una pendiente leve a nivel de rodadura; se requiere el diseño de Pavimento Rígido para que así exista una transitabilidad fluida de jirón mencionado.

#### **Antecedentes internacionales**

En la tesis del autor (Zárate, 2019). “Plan de mantenimiento vial para la vía BIBLIÁN ZHUD, en los tramos de Pavimento Rígido” donde se afirma la siguiente realidad problemática”:

“La vía Biblián – Zhud forma parte de la red vial Nacional, tiene 54 km de longitud y forma parte de la trocal de la sierra E35; su reconstrucción se realizó en el año de 2014, y tuvo una inversión de USD \$37'772.669,31. (MTOPE Ecuador, 2015)

Esta carretera es de vital importancia pues facilita la conexión entre los sectores agrícolas del centro del país, con los grandes centros de consumo; debido a esto la cantidad de tránsito liviano y sobre todo pesado en la misma es muy alto. La vía fue proyectada para una vida útil de 20 años a partir del 2008; sin embargo, ésta presenta serios problemas de fisuramiento y hundimientos, disminuyendo el nivel de servicio de la vía, y siendo un riesgo para los usuarios.

No se cuenta con un plan de mantenimiento rutinario, por lo que las fisuras existentes, han agravado el estado de la carretera, provocando una disminución considerable de la vida útil del pavimento.

Bajo esta problemática es necesario la evaluación del estado actual de la vía, conocer la causa que provocaron el deterioro temprano, y proponer un plan de manejo del deterioro del pavimento”.

### **Antecedentes Nacionales**

En la tesis del autor (Celis y Rodriguez, 2021) “Evaluación de Pavimento Rígido por Métodos no Destructivos, Chao – 2021” donde se afirma la siguiente realidad problemática:

“A nuestro país de Perú también se le conoce como “Cinturón de fuego del Pacífico”, lugar propenso a terremotos, temblores y tsunamis, por lo que las placas tectónicas chocan entre sí. En el Perú casi siempre existen movimientos de temblores de 4.0 a 5.5 de magnitud, causando temor que en cualquier momento pueda convertirse en terremoto. La mayoría de las infraestructuras de nuestro Perú tienen una antigüedad de más de 20 años de construcción, considerándolas débiles y no son sismorresistentes es por ello que en los pavimentos ante tal situación pueden

presentar grietas grandes, desnivel y entre más fallas que existen que puedan impedir la circulación y hacer llegar la emergencia a tal lugar.

Los daños de los pavimentos son provocados por diversos problemas. Uno de tantos problemas es la humedad dentro de las pistas y veredas, el tránsito pesado y la frecuencia del tránsito que afectan las pistas, provocando grietas y rajaduras, también otra causa sería las lluvias o por agua que echan cerca de ella, causando debilidad y movimiento de pistas y veredas. Planteada la realidad problemática de la investigación, surge el siguiente problema el cual analizaremos: ¿Cuál es la Evaluación por método no destructivo de las veredas de la Playa El Encanto en la ciudad de Chao – 2021?

La presente investigación se ha de justificar en el ámbito social, pues lleva a la población de la Playa El Encanto, del distrito de Chao, información real y actualizada de la evaluación del pavimento rígido, evaluado desde el parámetro de la resistencia a la compresión. En el aspecto técnico, el uso de ensayos no destructivos, como alternativa a ensayos destructivos y su facilidad de obtención de datos en campo. Como justificación económica, esta alternativa, permite financiar a los moradores una evaluación de sus viviendas que puedan costear. Y dentro de la justificación ambiental, el uso del esclerómetro al ser un ensayo no destructivo no genera residuos de concreto, porque no destruye la muestra, mientras que la diamantina, genera residuos luego del ensayo de resistencia a la compresión, y al ser un residuo peligroso ha de recibir un tratamiento especial para la disposición final. Por medio de la presente tesis, se plantea el uso de métodos no destructivos (esclerómetro), para la evaluación y análisis de estructuras de pavimento rígido, del centro poblado de La Playa El Encanto en Chao - La Libertad”.

## **Antecedentes Locales**

En la tesis del autor (Ccasani y Ferro, 2017) “Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos” donde se afirma la siguiente realidad problemática:

“En la Ciudad de Abancay y en general en todo el Perú, es práctica común que los pavimentos de concreto o de cualquier tipo, una vez construidos son olvidados y abandonados. Basta con recorrer el centro de la ciudad para darnos cuenta de que dichas estructuras se encuentran totalmente deteriorados, sin que las autoridades hagan algo al respecto; y si lo hacen, ejecutan mal la reparación sin ningún tipo de criterio técnico, o en el peor de los casos, dejan los trabajos inconclusos, lo cual origina un deterioro más rápido en dicha zona por el paso de los vehículos y por la presencia de lluvias que originan el bombeo de la subbase. Los proyectos de infraestructura vial no cuentan con un plan de mantenimiento, lo que se manifiesta cuando recorremos la ciudad y observamos deterioros que no son reparados, más bien se deja que el pavimento continúe deteriorándose. La existencia de un número excesivo de vehículos pesados que circulan dentro de la ciudad contribuye a agravar la congestión y el embotellamiento vial, lo que genera dificultad en el tránsito de vehículos particulares y de transporte público. No se da un adecuado mantenimiento al sistema de drenaje lo cual genera colmatación del sistema de agua y desagüe producto de las lluvias. Al colapsar las tuberías las pistas sufren mucho, debido a que el sistema de alcantarillado pasa por debajo de ellas y cuando se rompen el agua se infiltra por la base y subbase de las pistas provocando el debilitamiento de éstas y por consiguiente su hundimiento y deterioro”.

## **2.2. Formulación del Problema**

### **2.2.1. Problema General**

- a) ¿Cómo el diseño de pavimento rígido influirá en la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca?

### **2.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿De qué forma la realización del estudio de tráfico ayudará a la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca?
- b) ¿Cómo el estudio de suelos contribuirá a la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca?
- c) ¿De qué manera la determinación del espesor de pavimento rígido permitirá la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca?

## **2.3. Objetivos del Proyecto**

### **2.3.1. Objetivo General**

- a) Realizar el diseño de pavimento rígido para la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad Cajamarca.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

- a) Realizar el estudio de tráfico vial para la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad Cajamarca.
- b) Realizar el estudio de suelos para la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad Cajamarca.
- c) Determinar el espesor de pavimento rígido para la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad Cajamarca.

#### **2.4. Justificación**

Dada la importancia de este estudio, aportará aspectos teóricos e información de interés para apoyar otros estudios. De hecho, esta investigación informará proyectos similares que logren sus objetivos de manera más efectiva. Y en términos de método, se proporcionarán herramientas probadas y confiables que puedan ser respaldadas por otros investigadores.

#### **2.5. Limitantes de la Investigación**

No se identificaron limitaciones significativas en la planificación y ejecución de esta investigación.



## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado**

La vía conocida como Jirón “Miguel Ángel” perteneciente a la urbanización Docentes UNC de la ciudad de Cajamarca, se encuentra en pésimas condiciones ya que en la actualidad la infraestructura urbana es de tierra, la misma que en épocas de sequía genera polvo y, durante la temporada de lluvias, lodo y limo, lo que limita el movimiento de personas y mercancías y aumenta el costo de mantenimiento de los vehículos.

La vía se desarrolla por una topografía de pendiente leve, capa de tierra natural, es decir, a nivel de rodadura; sobre todo en tiempos de lluvias se vuelve intransitable.

Se plantea buscar una alternativa de diseño que brinde durabilidad, mediante el diseño completo de la estructura.

Para poder realizar el diseño se empezó realizando el estudio de tráfico vial para poder obtener el volumen vehicular y así poder clasificar los tipos de vehículos, como segundo paso se realizó el estudio de suelos el cual nos permitirá conocer sus

características físicas, químicas, y mecánicas del suelo a tratar y como último paso se determinó el espesor del pavimento para la realización del diseño.

### 3.1.1. Requerimientos

Se presenta la normatividad aplicada en el trabajo de investigación.

**Tabla 1**

Requerimientos y normatividad aplicada en trabajo de suficiencia profesional

<b>Normativa</b>	<b>Descripción</b>
<b>NORMA ASTM D2488</b>	Descripción visual – manual del suelo.
“ASTM D2216”	Contenido natural de humedad análisis granulométrico.
“ASTM D422”	Análisis granulométrico.
“ASTM D4318”	Límites de consistencia o atterberg.
“ASTM D 2487”	Clasificación de suelos.
“ASTM D-698”	Ensayo de Proctor estándar.
“ASTM D-1883”	Ensayo de California Bearing Ratio “CBR”
“Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos”	Estudio de tráfico vial
“NORMAS ASTM” “NORMAS AASHTO (1993)”	“Diseño de pavimento Rígido.”

**Nota:** Requerimientos Diseño de Pavimento Rígido.

**Fuente:** Normas ASTM.

### 3.1.2. Cálculos

Para el diseño de pavimento del Jr. Miguel Ángel se realizarán los siguientes cálculos: estudios de tráfico, estudio de suelo y la determinación del espesor del pavimento.

## A. Estudio de tráfico vial:

El estudio de tráfico vial se logró en siete días, las veinticuatro horas continuas, este proporcionará la información del “Índice Medio Diario Semanal” (IMDS) para el tramo del Jr. Miguel Ángel de la ciudad de Cajamarca.

Con la finalidad de definir el tipo de flujo vehicular el aforo ha tomado en cuenta el tipo de vehículo circulante, es decir, se han contado los vehículos privados y de servicio público con sus respectivos componentes, los cuales se categorizaron en autos, microbuses, cisternas, camiones, combis, moto taxis, motocicletas y bicicletas; se efectuó el conteo in situ para ver la composición del tránsito desde el lunes 05/02/19 hasta el domingo 11/02/19.

Se realizó el estudio y se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 2**  
Estudio de tráfico.

Hora	Auto	Camionetas Pick Up	Camión			SemiTrayler		Total	Veh/día
			2E	3E	4E	2S1	T2S2		
<b>IMDS</b>	49	11	4	2	0	1	3	<b>70</b>	<b>Veh/día</b>
<b>FE=</b>	13%								
<b>IMDA</b>	56	12	4	3	0	1	3	<b>79</b>	<b>Veh/día</b>
<b>2019</b>									
<b>R=(%)</b>	2.80%								
<b>N= (años)</b>	3								
<b>IMDA</b>	60	13	5	3	1	1	4	<b>86</b>	<b>Veh/día</b>
<b>2022</b>									
<b>R=(%)</b>	2.80%								
<b>N= (años)</b>	20								
<b>IMDA</b>	105	23	8	5	1	1	6	<b>149</b>	<b>Veh/día</b>
<b>2042</b>									

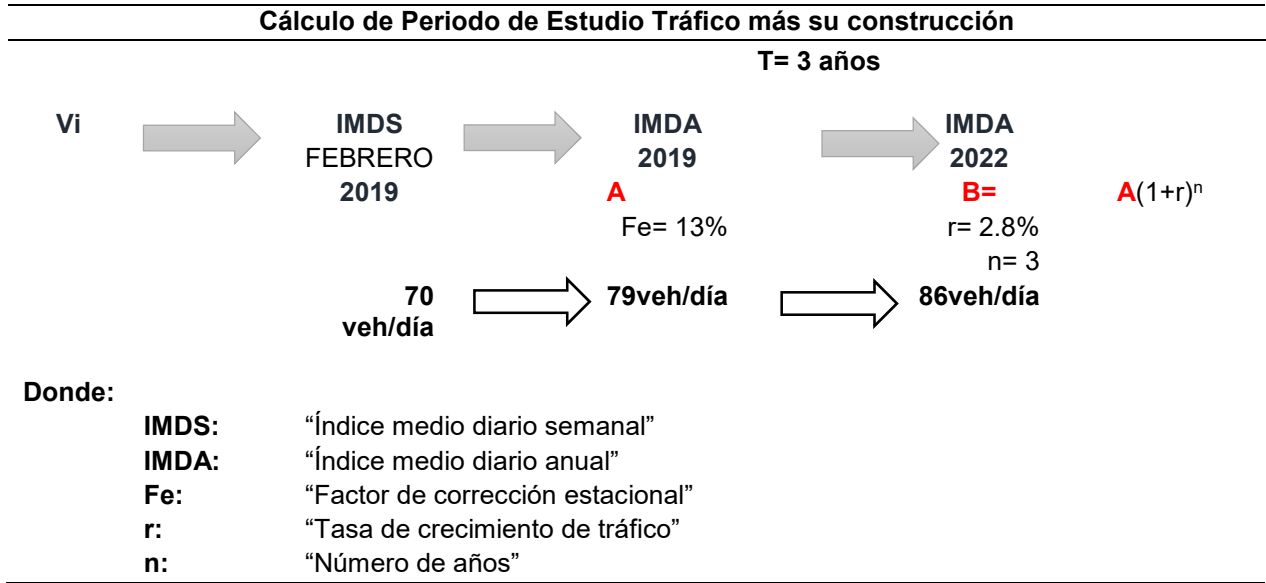
**Nota:** Este cuadro contiene el conteo de tráfico vehicular de los siete días asimismo la proyección de 20 años.

## Cálculo del IMD y ESAL:

Se determinará el IMD y ESAL del Jr. Miguel Ángel, por tanto, se hará los siguientes cálculos:

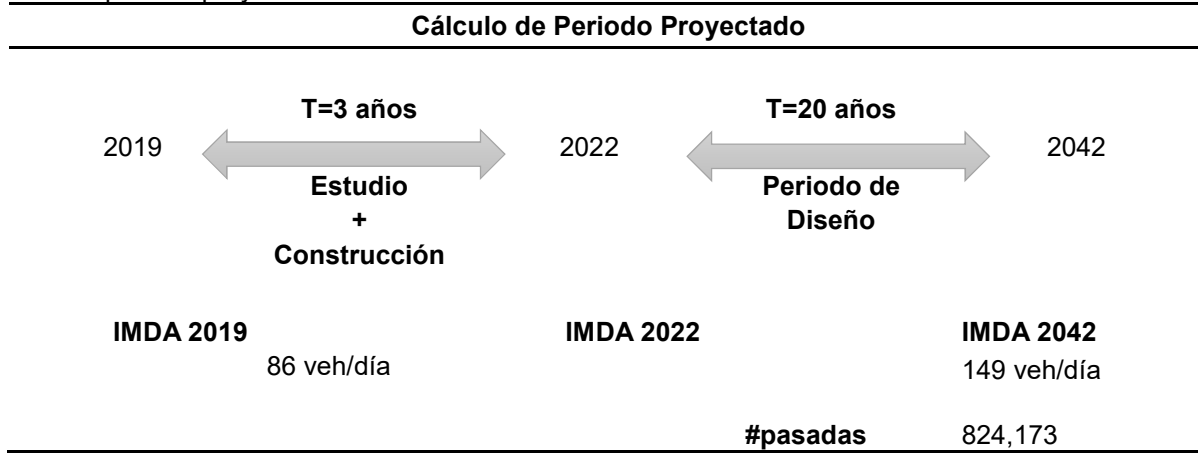
**Tabla 3**

Cálculo del estudio de tráfico.



**Tabla 4**

Cálculo periodo proyectado.



**Nota:** El IMDA proyectado a 20 años será de 149 veh/día.

**Tabla 5**

Calculo ESAL de diseño y tipo de tráfico.

Tipo de vehículo	IMD	Veh/Año	Veh/Carril	Factor Camión	ESAL carril	FC	ESAL
<b>Auto</b>	49	18375	9187.5	0.0001	0.91875	494.21	454.055438
<b>Camionetas</b>	11	4125	2062.5	0.0001	0.20625	494.21	101.930813
<b>2E</b>	4	1500	750	4.504	3378	494.21	1669441.38
<b>3E</b>	2	750	375	3.285	1231.875	494.21	608804.944
<b>4E</b>	1	375	187.5	2.774	520.125	494.21	257050.976
<b>T2S1</b>	1	375	187.5	7.742	1451.625	494.21	717407.591
<b>T2S2</b>	3	1125	562.5	6.523	3669.1875	494.21	1813349.15
						<b>ESAL Total</b>	5,066.610.03
						<b>Tipo de Tráfico</b>	<b>Tp8</b>

**Nota:** El ESAL de diseño es de **5,066.610.03** perteneciente a un de tráfico de **Tp8**.

## **B. ESTUDIO DE SUELOS:**

El objetivo de este estudio es determinar las condiciones físicas del subsuelo, se determinó los parámetros requeridos para el perfil de formación y las características de diseño de resistencia admisible del suelo, por tanto, se tiene las siguientes los siguientes cálculos:

- Perfil Estratigráfico de la sub rasante.
- Valores del C.B.R para el diseño de pavimento.
- Análisis granulométrico.
- Contenido natural de humedad ASTM D 2216.
- Tipo de suelo a tratar.
- Proctor modificado.
- Determinación del contenido de humedad.

**Tabla 6**

Perfil Estratigráfico de la sub-rasante.

Calicata	Ubicación	Granulometría			SUCS	AASHTO	Tamaño Máximo	Límites de consistencia			W (%)
		GRAVA	ARENA	FINOS				L.L	L.P	I.P	
C-1	Jr. Miguel Ángel	0.00%	13.06%	86.95%	CH	A-7-6 (13)	4.75 mm	67%	28%	39%	27.36%

**Nota:** El Jr. Miguel Ángel de acuerdo con la clasificación SUCS tiene una denominación de CH, la cual corresponde a las arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

**Tabla 7**

Valores del C.B.R para el diseño de pavimento.

Muestra	Ubicación	Clasificación		C.B. R		Compactación	
C-1	Jr. Miguel Ángel	SUCS	AASHTO	95%	100%	O.C.H	M.D.S (gr/cm3)
		CH	A-7-6 (13)	4.06 %	5.14%	24.60%	1.61

**Nota:** El Jr. Miguel Ángel muestra un **C.B.R** al **95 %** de 4.06 % y al **100%** de 5.14%.

**Tabla 8**

Análisis granulométrico.

Malla	% que pasa	SUCS AASHTO	CH A-7-6 (13)	tamaño máx. del suelo	Tipo de Muestra	Alterada
N° 4	100			4.75 mm		
N° 10	99.74	% GRAVA	0	D60= ----		
N° 40	99.21	% ARENA	13.06	D30= ----		
N° 200	86.95	% FINOS	86.95	D10= ----		
				<b>Condición de muestra:</b>	Alterada tipo Mab.	

**Nota:** El Jr. Miguel Ángel muestra un tamaño máximo de suelo de 4.75

**Tabla 9**

Contenido natural de humedad ASTM D 2216.

MUESTRA	CALICATA C-1	CALICATA C-1	CALICATA C-1
"ESTRATO"	UNICO	UNICO	UNICO
TARA N°	A	B	C
Peso suelo hum+tara	96.7	111.07	95.38
Peso suelo seco+tara	80.52	92.55	79.36
Peso del agua	16.18	18.52	16.02
Peso tara	22.54	22.79	21.36
Peso del suelo	57.98	69.76	58
Contenido de humedad %	27.91	26.55	27.62
<b>PROMEDIO %</b>		27.36	

**Nota:** El Jr. Miguel Ángel muestra un contenido de humedad de 27.36%.**Tabla 10**

Tipo de suelo a tratar.

Tipo de Suelo			
Limite liquido =	67.00%		
Limite plástico =	28.00%	<b>W (%) Prom.</b>	27.36%
Índice plástico =	39.00%	<b>índice liquidez</b>	-0.02
<b>Clasificación del suelo:</b>		SUCS	CH

**Nota:** El Jr. Miguel Ángel muestra una clasificación de suelo SUCS – CH.**Tabla 11**

Proctor modificado – Método A.

Proctor Modificado (ASTM D-1557) - Método A					
Número de capas	5	Número de golpes/capa	25	Energía de compactación	2700 KNXM/M3
<b>Determinación de la Densidad</b>					
Peso del suelo hum+molde (gr)	3510.0	3592.0	3642.0	3613.0	3573.0
Peso del molde (gr)	1786.0	1786.0	1786.0	1786.0	1786.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1724.0	1806.0	1856.0	1827.0	1787.0
Volumen del molde (cm3)	929.40	929.40	929.40	929.40	929.40
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.855	1.943	1.997	1.966	1.923
Contenido de hum prom (%)	22.38	23.39	24.33	25.43	26.30
Densidad seca (gr/cm3)	1.516	1.575	1.606	1.567	1.522

**Nota:** Se visualiza la determinación de la densidad de acuerdo con el Proctor modificado.

**Tabla 12**

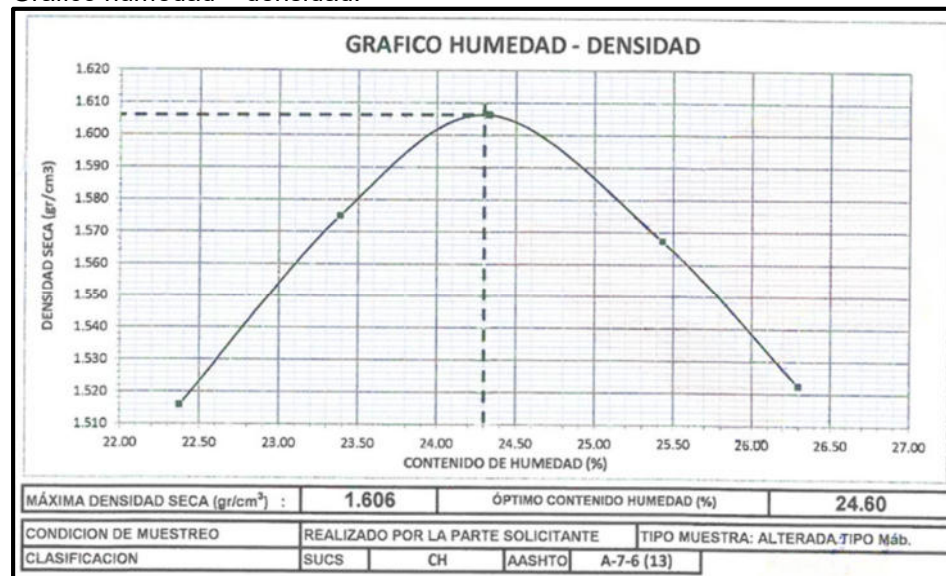
“Determinación del contenido de humedad”.

“Determinación del contenido de humedad”										
“Muestra” N°	1		2		3		4		5	
Recipiente N°	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente + suelo hum (gr)	169.3	175.4	184.4	171.8	174.43	173	177.1	170	172	180
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	142.95	147.87	154.26	143.92	145	144	146.3	140	141	148
Peso del agua (gr)	26.39	27.48	30.18	27.88	29.43	29.2	30.85	29.4	31.06	32.63
Peso del recipiente (gr)	24.69	25.38	25.05	24.81	23.9	24.5	24.87	24.8	23	23.7
Peso del suelo seco (gr)	118.26	122.5	129.2	119.1	121.1	120	121.4	116	118	124
Contenido de humedad (%)	22.32	22.43	23.36	23.41	24.3	24.4	25.42	25.4	26.3	26.3
Contenido de humedad promedio (%)	22.38		23.39		24.33		25.43		26.3	

**Nota:** Se visualiza la determinación del contenido de humedad.

**Figura 1**

Gráfico humedad – densidad.



**Nota:** Max. Densidad seca = 1.606 gr/cm<sup>3</sup>, optimo contenido de humedad es = 24.60 %.  
Su clasificación es = SUCS CH, AASHTO A-7-6 (13).



**Figura 2**  
"Ensayo California Bearing Ratio" ("CBR").

COMPACTACION C B R									
NUMERO MOLDE	1			2			3		
Altura Molde cm.	11.6			11.6			11.6		
N° Capas	5			5			5		
N°Golp x Capa	12			25			55		
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES
P n.+ Molde	11547.00		12297.85	12196.00		12878.49	12136.00		12747.55
Peso Molde (gr)	7254.00		7254.00	8044.00		8044.00	7898.00		7898.00
Peso Húmedo (gr)	4293.00		5043.85	4152.00		4834.49	4238.00		4849.55
Vol. Molde (cc)	2305.00		2305.00	2105.00		2105.00	2105.00		2105.00
Densidad Húmeda (gr/cc)	1.86		2.19	1.97		2.30	2.01		2.30
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P. Húmedo + Tara	173.53	174.86	176.58	180.49	167.51	177.57	184.40	182.21	172.76
Peso Seco + Tara	143.74	145.21	127.27	149.70	138.29	129.13	152.48	151.03	128.28
Peso Agua (gr)	29.79	29.65	49.31	30.79	29.22	48.44	31.92	31.18	44.48
Peso Tara (gr)	21.88	24.63	20.76	23.92	19.05	21.38	22.01	23.92	23.53
P. Muestra Seca	121.86	120.58	106.51	125.78	119.24	107.75	130.47	127.11	104.75
Cont. Humedad	24.45%	24.59%	46.30%	24.48%	24.51%	44.96%	24.47%	24.53%	42.46%
Cont. Hum. Prom.	24.52%		46.30%	24.49%		44.96%	24.50%		42.46%
DENSIDAD SECA	1.50		1.50	1.58		1.58	1.62		1.62

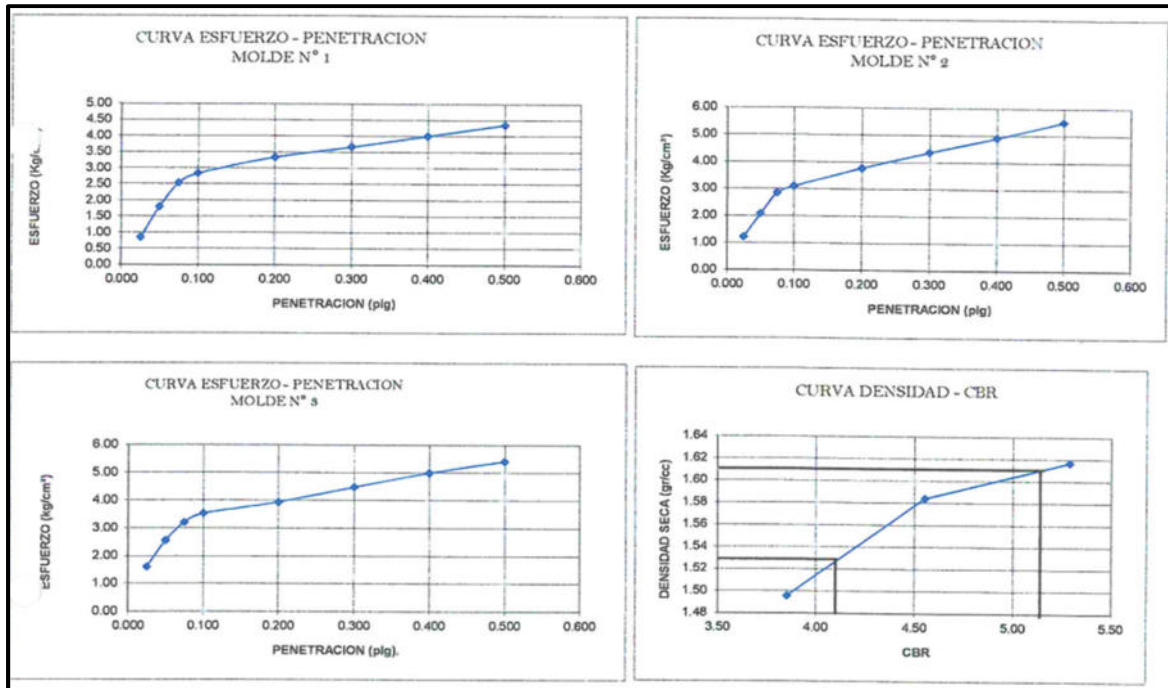
**Figura 3**  
"Ensayo de hinchamiento".

TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24	1	4.736	4.74	4.08	4.439	4.44	3.83	4.158	4.16	3.58
48	2	5.066	5.07	4.37	4.833	4.83	4.17	4.556	4.56	3.93
72	3	5.384	5.38	4.64	5.171	5.17	4.46	5.114	5.11	4.41
96	4	5.773	5.77	4.98	5.379	5.38	4.64	5.253	5.25	4.53

**Figura 4**  
"Ensayo carga – penetración".

ENSAYO CARGA - PENETRACION									
PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.64	0.025	16	0.85	24	1.23	31	1.62		
1.27	0.050	35	1.81	40	2.08	49	2.55		
1.91	0.075	49	2.55	55	2.85	62	3.22		
2.54	0.100	55	2.84	60	3.10	68	3.54		
5.08	0.200	85	3.35	73	3.79	76	3.95		
7.62	0.300	71	3.67	84	4.38	87	4.49		
10.16	0.400	77	4.01	95	4.92	97	5.01		
12.70	0.500	84	4.36	106	5.51	105	5.43		

**Figura 5**  
Curvas de esfuerzo - penetración.



**Tabla 13**  
Resultados: "Máxima densidad seca y óptimo Contenido humedad":

Max. Densidad seca		Opt Cont. humedad	
1.61 gr/cm <sup>3</sup>		24.60%	
AI 95%	<b>AI 100%</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
1.53 gr/cm <sup>3</sup>	1.606 gr/cm <sup>3</sup>	CH	A-7-6 (13)

**Nota:** Resultados de la "Max. Densidad seca y Optimo contenido de humedad".

**Tabla 14**  
Resultados de penetración:

Resultados de penetración		
<b>PENTRC</b>	0.1 (*)	0.2 (*)
<b>MOLDE 1</b>	2.71	3.4
<b>MOLDE 2</b>	3.2	3.89
<b>MOLDE 3</b>	3.72	4.04

**Nota:** Resultados de penetración.

Debido al perfil estratigráfico encontrado, así como la calidad del subsuelo, al momento de realizar los trabajos de corte de toda la zona del pavimento se deberá retirar todo el suelo orgánico existente, así como presentarse el caso restos de relleno puntuales no detectados en la etapa de muestreo.

Luego en el perfilado de corte, se deberá verificar la horizontalidad y pendientes del pavimento, se procederá entonces con la compactación de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 15**  
Controles para la Sub Rasante.

<b>Tipo de vía</b>	<b># De controles en la sub-rasante por cada 100 m SW vía para grado CDE compactación Y CBR IN-SITU.</b>
Expresa	4
Arterial	3
Colectora	2
Local	1

**Nota:** Resultados para el control de la Sub Rasante.

**Tabla 16**  
Resultados CBR:

	<b>Densidad</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>CBR</b>	<b>CBR</b>	<b>CBR</b>
<b>Molde 1</b>	1.5	3.85	3.22	3.85	95%	100%
<b>Molde 2</b>	1.58	4.55	3.69	4.55		
<b>Molde 3</b>	1.62	5.29	3.83	5.29	<b>4.06%</b>	<b>5.14%</b>

**Nota:** Resultados al 95% y 100% para el C.B.R.

Puesto que el resultado del CBR es muy bajo, y tratándose de suelos muy blandos se deberá realizar trabajos de mejoramiento a nivel de la subrasante, una vez compactada la subrasante, se colocará sobre esta una capa de estabilización, que en esta parte se recomienda un geotextil del tipo de tejido, el cual irá de acuerdo con especificaciones del fabricante.

Como medio alternativo para estabilizar el suelo, se recomienda que una vez compactada la subrasante se coloque una capa de over o enrocado de piedra de espesor mínimo de 0.25 m, las partículas de esta capa presentarán un diámetro promedio de 4” y tendrán una adecuada resistencia como para soportar eventualmente condiciones continuas de saturación.

Obteniéndose el valor definitivo del espesor de la capa de mejoramiento, una vez realizado el respectivo diseño de pavimento.

Luego de haber obtenido el espesor definitivo de la capa de estabilización se colocará una capa de base granular, cuyo espesor será diseñado.

### **C. Establecer el “Espesor del Pavimento”.**

La finalidad de la investigación es determinar las condiciones físicas del subsuelo, por tanto, se tiene las siguientes los siguientes cálculos:

- Datos para el cálculo del espesor del pavimento.
- Coeficiente de seguridad.
- Carga de diseño.
- Características del concreto.
- Módulo de Reacción de la Subrasante (K).
- Chequeo de Esfuerzos.
- Espesor del pavimento.

**Tabla 17**

Datos para el cálculo del Espesor del pavimento.

<b>Datos para el cálculo del Espesor del Pavimento</b>	
<b>Concreto:</b>	210Kg/cm <sup>2</sup>
<b>“C.B.R”.</b>	4.06%
<b>“Vehículo de diseño”:</b>	T2-S2
<b>“Periodo de diseño”:</b>	20 años

**Nota:** Datos para el cálculo del Espesor del Pavimento.

Continuando con el cálculo del espesor del Pavimento se calculará distintos puntos comenzando con el “**Coefficiente de Seguridad**”.

**Tabla 18**  
“Coeficiente de seguridad”.

		<b>Coeficiente de Seguridad</b>	
i)	<b>Considerando los vehículos más pesados:</b>		
	Vehículos por hora (valor redondeado)	=	1
	Vehículos por año	=	1*24*365      8760
	Vehículos en 20 años	=	8760*20      175200
	Se toma en cuenta el Abaco: “Coeficiente de Seguridad”: <b>175200 &gt;10,000.00</b>		“Repeticiones que producen la Rotura”
	-->		<b>FS=2.00</b>
ii)	<b>“Para cargas que producen la rotura del pavimento a las cien mil repeticiones más pesadas que se suponen, han de circular por una vía durante 25 a 30 años, se toma un coeficiente de seguridad”</b> <b>(FS = 2)</b>		FS=2.00

**Nota:** Se considera un FS=2.00.

**“Coeficiente de Impacto”:**

Para “Pavimentos Rígidos” se tomará el coeficiente de impacto de: “20%”, valor que se admitirá para el Diseño:  **$I = 1.2$**

**“Carga de Diseño”:**

En este caso el vehículo más pesado que transita por esta vía es el T2S2, la distribución de carga en sus ruedas será la siguiente:

**Carga por Rueda Delantera = 2 tn ; 2000 kg**

**Carga por Rueda Posterior = 4tn; 4000kg**

“El valor de la carga de diseño se definirá por la carga más pesada”:

$$P = 1.2 * 4000$$

$$P = 4800kg$$

**Conoceremos las “Características del Concreto”:**

“**Módulo de elasticidad (E)**”: Según, “ACI-318-63, para hormigones con los siguientes valores”:  $1.44Tn/m^3 < W < 2.50Tn/m^3$ ; se utilizará la siguiente fórmula:

$$E = W * 3/2 * 4270 * f'c^{0.5}$$

**Donde:**

✓ “**W**” = Peso unitario del Cº Endureido en  $Tn/m^3$

✓ “**F’C**” = Resistencia Cilíndrica del Cº en  $Tn/m^3$

Se tomará un concreto con agregados de arena y piedra, donde: “**W**” =  $2.30 tn/m^3$

Entonces el Módulo de Elasticidad es el siguiente:

$$EC = 15,000 * (f'c)^{0.5}$$

**Luego:**

$$EC = 15,000 * (210^{0.5})$$

$$EC = 217,317 kg/cm^2$$

“**Módulo de Poisson (u)**”: “Es la relación entre la deformación transversal y longitudinal de un espécimen al determinar su resistencia a la compresión”.

Su valor está comprendido entre 0.15 a 0.20

Entonces, se adopta como valor representativo: **u = 0.17**

**“Tensión a la Rotura”:**  $S = MC/I$

**Donde:**

**S:** Esfuerzo unitario de rotura por flexión

**M:** Momento actuante

**I:** momento de Inercia de la sección

**C:** distancia desde el eje neutro de la sección a la fibra extrema:  $h/2$

Esta fórmula se basa en el caso supuesto de que la carga sea aplicada en la esquina de la losa, no se tomará en consideración reacción de la subrasante.

Entonces el esfuerzo producido en la fibra extrema superior del plano de rotura estará dado por:

$$M = PX$$

$$Mr = SI/C$$

**Donde: “Mr”:** Momento resistente de la losa.

Por equilibrio que:  $M=SI/C$ , donde:  $S=MC/I$ , está fórmula dará el valor de la rotura, el cual no se considera para el Diseño, porque para presentarse la rotura del concreto, debe sobrepasar el Límite de su Módulo de Rotura.

Ante esto, el “MÓDULO DE ROTURA” para Hormigones, debe estar dentro del siguiente intervalo:

$$1.988 * (f'c)^{0.5} \leq Mr \leq 3.255 * (f'c)^{0.5}$$

**Para nuestro caso:**  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Entonces:**

$$1.988(210^{0.5}) \leq Mr \leq 3.255(210^{0.5})$$

$$28.81 \leq Mr \leq 47.17 \text{ Kg/cm}^2$$

Para este motivo se toma como Módulo de Rotura el 20% del Esfuerzo a la Compresión del Concreto, entonces:

$$Mr = 0.20 * f'c$$

$$Mr = 42.00 \text{ Kg/cm}^2$$

**“Tensión de Trabajo”:**

Como nuestro Coeficiente de Seguridad es 2, el Esfuerzo de trabajo para el diseño será:

$$T = \frac{\text{Módulo de Rotura}}{\text{Coef. Seguridad}} = \frac{0.20 f'c}{2.00} = 0.10 f'c; T = 21.00 \text{ Kg/cm}^2$$

**“Módulo de Reacción de la Subrasante” (K):**

De “Coeficiente De Balasto”, expresa la resistencia del suelo.

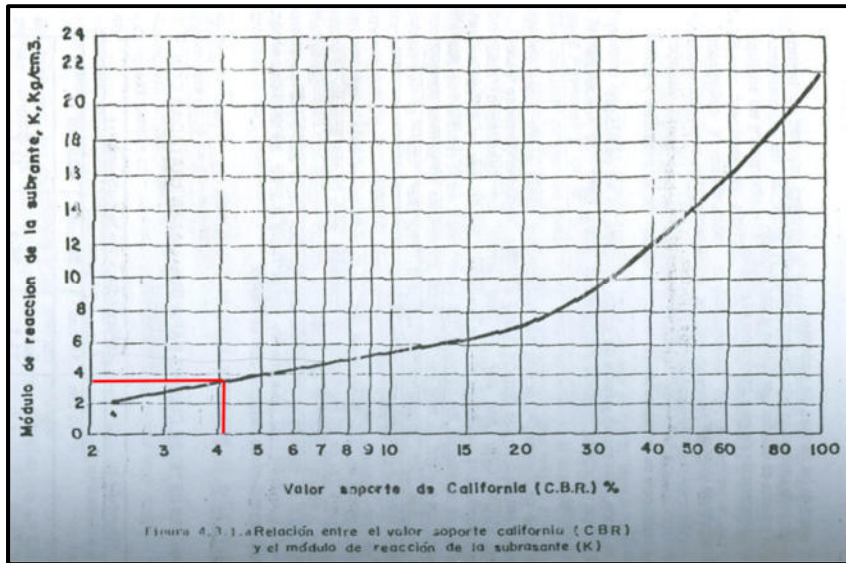
Del Ábaco: “Relación entre el valor de soporte de California C.B.R. y el módulo de reacción de la SUBRASANTE K”, tenemos que para un:

**C. B. R** = 4.06 ---> 3.80; el valor **3.80** es el valor de "k" obtenido del abaco nº 001.



**Figura 6**

“Módulo de reacción de la subrasante K”:



**Nota:** El valor de "k" obtenido del ábaco nº 001.

Por efecto de la Base Granular, el “Coeficiente de Balastro”, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

**Tabla 19**

“Valor de k de subrasante incrementada”.

“Valor k” (Kg/cm <sup>3</sup> )	“Valor de K de subrasante incrementada”				“Interpolación”
	10.00	15.00	22.50	30.00	25.00
	cm	cm	cm	cm	cm
1.40	1.82	2.10	2.38	3.08	2.75
2.80	3.64	3.92	4.48	5.32	4.85
5.60	6.16	6.47	7.56	8.96	8.13
8.40	8.96	9.24	10.36	12.04	11.11

**Nota:** Se tomará el valor de la subrasante K de 25 cm.

**Se considera:** 25cm

**Para el Mejoramiento de la Subrasante;**  $e = 25.00 \text{ kg/cm}^3$

Interpolando tenemos:

2.80            4.85

**3.80            K**

5.60            8.13

**Entonces K:**

$$K = \frac{(8.13 * (2.80 - 3.80) - 4.85 * (5.60 - 3.80))}{(2.80 - 5.60)}$$

$$K = 6.02 \text{ kg/cm}^3$$

Considerando una Sub-base:

$$e = 25.00 \text{ cm}$$

**“Espesor de la losa de concreto”:**

Determinamos espesor de la losa de acuerdo con el “Ábaco n°002”, indicando a continuación el resumen de los datos obtenidos:

✓ <i>Coefficiente de seguridad</i>	= 2.00
✓ <i>Coefficiente de Impacto (I)</i>	= 1.20
✓ <i>Carga por Rueda más Pesada</i>	= 4,000.00 kg
✓ <i>Radio del Círculo Área Contacto</i>	= 22.00 cm
✓ <i>Coefficiente Rotura del Concreto (Mr)</i>	= 42.00 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
✓ <i>Esfuerzo de Trabajo C° (T)</i>	= 21.00 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
✓ <i>Módulo de Balastro (Ki)</i>	= 9.17 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$
✓ <i>Carga de Diseño (P)</i>	= 4,800.00Kg

Para determinar el “Espesor de la Losa” mediante el Abaco se encuentra los siguientes valores:

✓ <i>Esfuerzo de Trabajo C° (T)</i>	= 21.00 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
✓ <i>Módulo de Balastro (Ki)</i>	= 9.17 $\text{kg/cm}^3$

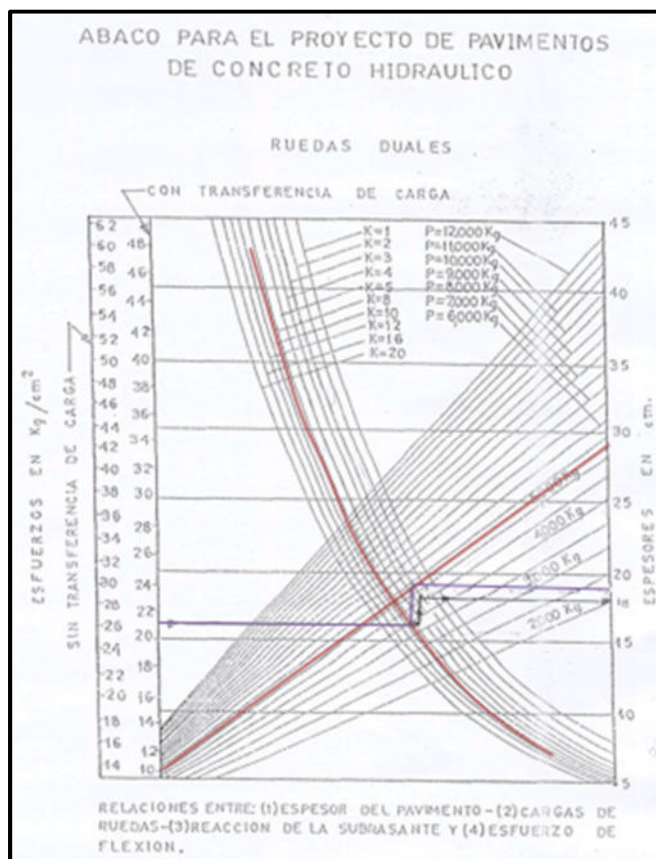
✓ Carga de Diseño (P)

= 4,800.00 Kg

Considerando dotar a las losas de elementos de unión (pasadores), en los Ábacos respectivos, tomamos la columna correspondiente a: "Esquina protegida con transferencia de carga", determinamos el espesor en "cm".

**Figura 7**

Abaco n° 002: "Espesor tentativo aproximado de la losa de concreto".



**Nota:** "Espesor tentativo aproximado de la losa de concreto en cm".

Finalmente, **Cálculo del espesor del pavimento:**

Espesor tentativo de la losa de concreto es,  $h = 20.00 \text{ cm}$

Utilizando la fórmula de Frank T. Sheets:

**a. Para llantas neumáticas sencillas**

Sin carga de transferencia:

$$S = 2,4 * W * C/h^2$$

Con carga de transferencia:

$$S = 1,92 * W * C/h^2$$

**b. Para llantas neumáticas dobles:**

Sin carga de transferencia:

$$S = 1.85 * W * C/h^2$$

Con carga de transferencia:

$$S = 1,48 * W * C/h^2$$

En estas formulas ya se está considerando el factor de impacto (aprox. 1,20).

El coeficiente "C" dependerá del valor relativo del del soporte del suelo y se obtiene de la siguiente tabla:

**Figura 8**  
Tabla de relaciones

TABLA DE RELACIONES	
CBR	C
3 a 10	1.000
10 a 20	0.900
20 a 35	0.842
35 a 50	0.800
50 a 80	0.777

Reemplazando formulas se tiene:

Para llantas neumáticas dobles, con carga de transferencia:

$$h = 16.79 \text{ cm}$$

Para llantas neumáticas dobles, sin carga de transferencia:

$$h = 18.77 \text{ cm}$$

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, adoptaremos el espesor del pavimento:

$$h = 20.00 \text{ cm}$$

**Tabla 20**

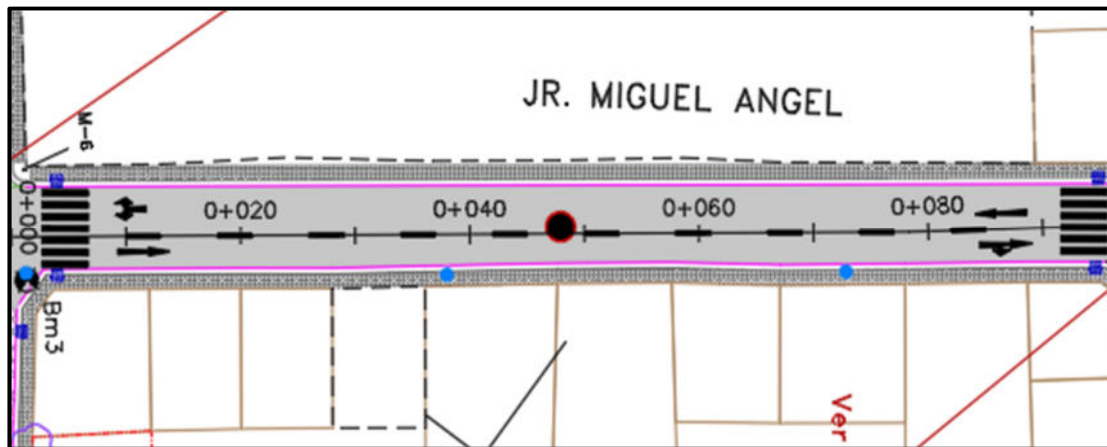
Espesor del pavimento.

"Espesor del Pavimento"	
Losa de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	$e = 0.20 \text{ m}$
Base Granular	$e = 0.25 \text{ m}$
Mejoramiento de Subrasante	$e = 0.25 \text{ m}$
<b>Total=</b>	<b><math>e = 0.70 \text{ m}</math></b>

**El Pavimento Proyectoado:**

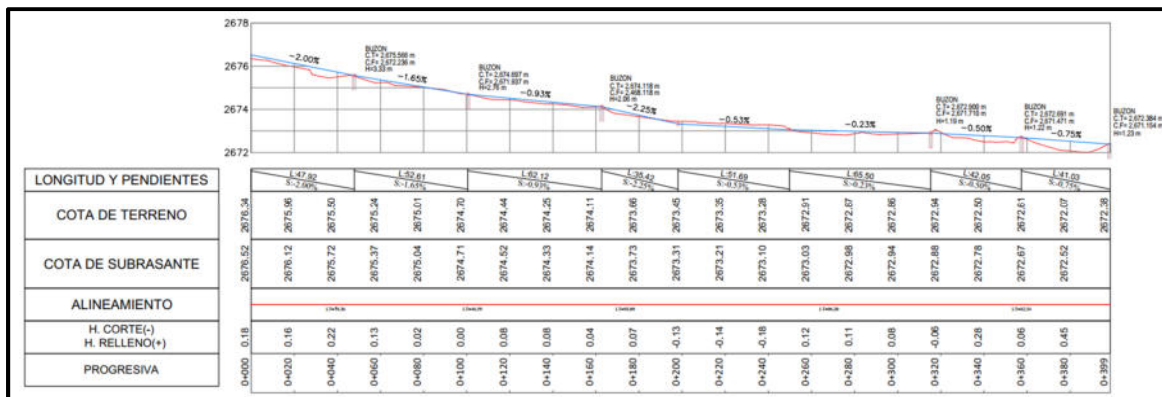
**Figura 9**

Proyección de la pavimentación del Jr. Miguel Ángel.



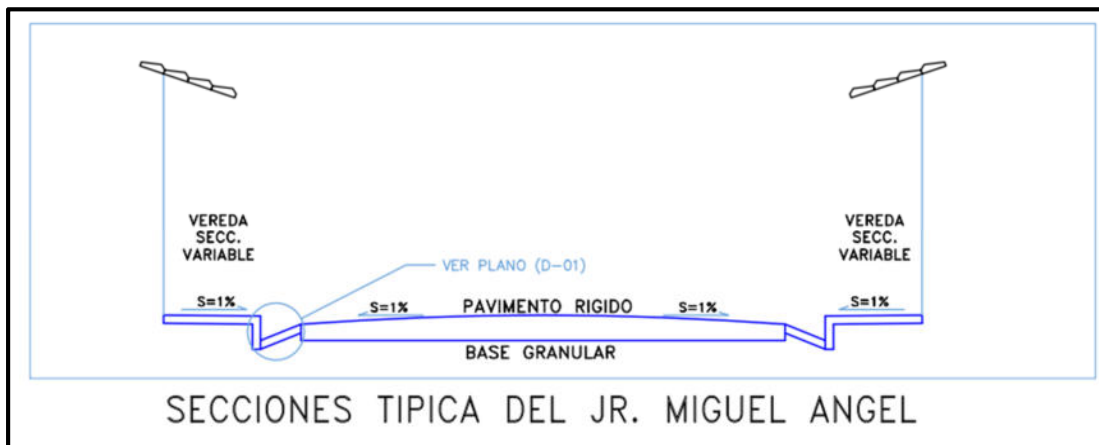
**Fuente:** Expediente Técnico.

**Figura 10**  
Perfil longitudinal del Jr. Miguel Ángel.



Fuente: Expediente Técnico.

**Tabla 21**  
Sección transversal del Jr. Miguel Ángel.

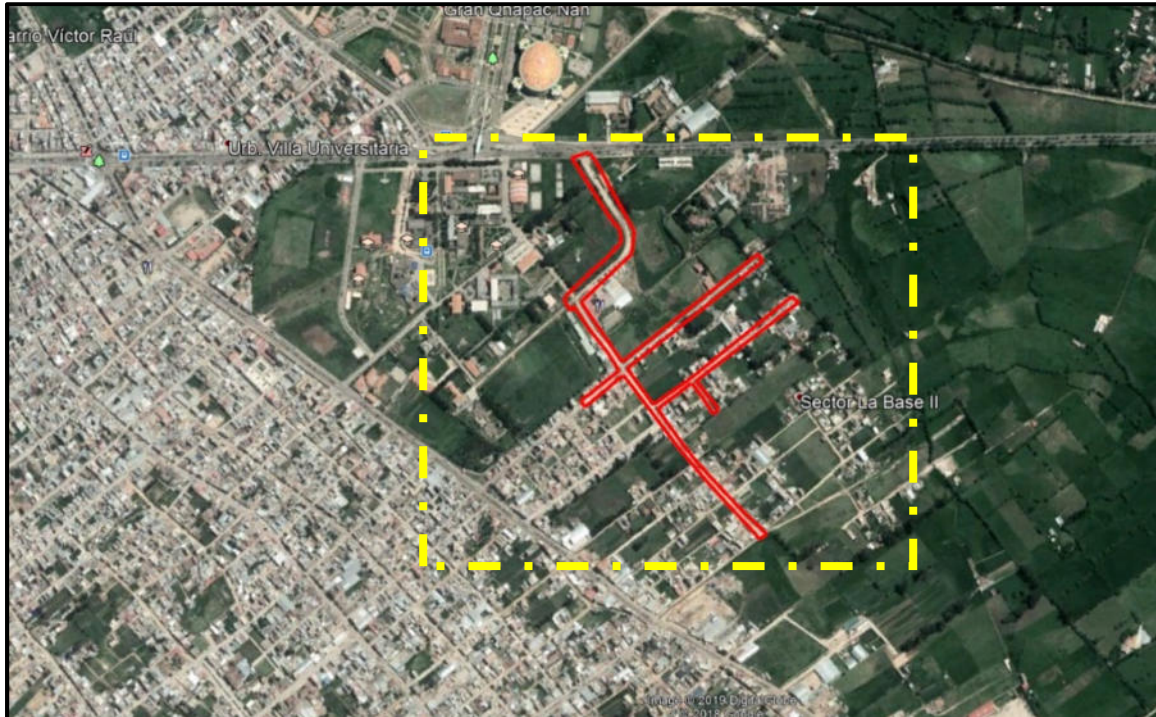


### 3.1.3. Dimensionamiento

El proyecto se encuentra ubicado en la parte baja de la ciudad de Cajamarca, al sur este respecto a la plaza de armas de dicha ciudad; entre las coordenadas.

- ✓ **ESTE:** 776889.4258 m.
- ✓ **SUR:** 9207199.0848 m.
- ✓ **COTA:** 2677.21 m.s.n.m.

**Figura 11**  
Dimensionamiento del área de estudio.



**Fuente:** Expediente Técnico.

### 3.1.4. Equipos utilizados

**Tabla 22**  
Descripción de los equipos utilizados

Equipo Utilizado	Descripción Teórica
<b>Impresora multifuncional</b>	Dispositivo informático que tiene la capacidad de realizar todas las tareas, su utilizó para trabajos de gabinete.
<b>Computadora personal</b>	“Equipo personal que puede ser transportado fácilmente. Muchos de ellos están diseñados para soportar software y archivos igual de robustos a los que procesa un computador de escritorio”.
<b>Herramientas manuales</b>	Aquellas que solo se utiliza la mano del trabajador.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.1.5. Conceptos básicos para el Diseño de Pavimento Rígido

**Pavimentos:** Es una estructura compuesta por una serie de capas superpuestas, diseñada y construida teniendo en cuenta diferentes métodos, estándares y especificaciones técnicas para los materiales aplicables, pasando por diferentes técnicas de construcción para obtener una superficie adecuada.

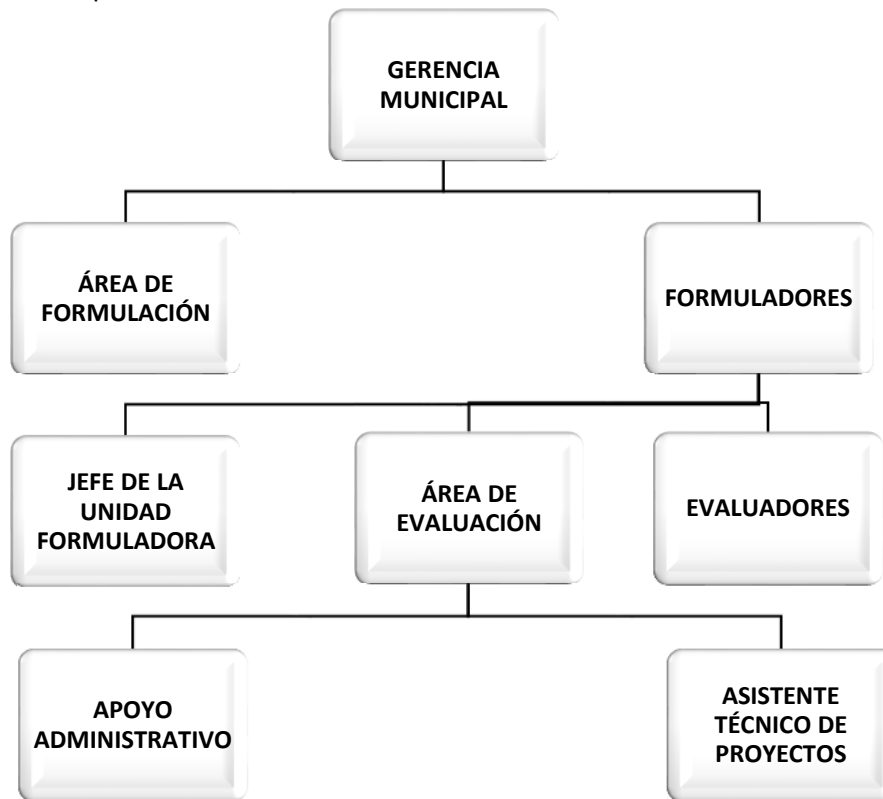
**Pavimento Rígido:** Se forman a partir de losas de hormigón Portland sobre los cimientos o directamente sobre la subrasante. Transmite los esfuerzos directamente al suelo de forma mínima, es autoresistente y se debe controlar la cantidad de hormigón.

**Espesor:** Por espesor se puede decir, su grosor, volumen o ancho. El concepto de espesor también se puede vincular a la aglomeración o densidad de la materia.



### 3.1.6. Estructura

**Figura 12**  
Organigrama Municipal



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.7. Elementos y funciones

#### Gerencia Municipal

“Planificar, organizar, dirigir, controlar y evaluar la gestión administrativa, económica y financiera de la Municipalidad orientados al buen funcionamiento institucional; así como para la óptima prestación de los servicios Municipales”.

#### Área de formulación

“Elaboran las fichas técnicas, y los estudios de pre – inversión considerando los objetivos y metas del plan de trabajo de la U. F. M. A”.

## **Formuladores**

“Profesionales encargados de realizar los trabajos de evaluación y redacción de presupuestos financieros, fichas técnicas, y los estudios de pre-inversión.”

## **Jefe de la unidad formuladora**

Es la persona que supervisa las actividades realizadas de acuerdo con lo que se designe la gerencia general, su función principal es la de orientar las áreas de formulación de proyectos y evaluación de proyectos, para así ambas cumplan con lo designado”.

## **Área de evaluación**

“Encargados de verificar y determinar observaciones de los proyectos que ha sido elaborado por la unidad formuladora”.

## **Evaluadores**

“Profesionales calificados que se encargan de verificar y evaluar las observaciones dadas como también ejercen otras funciones que le encarga su jefe inmediato”.

## **Apoyo administrativo**

“Son los encargados de realizar el apoyo documentario necesario para los proyectos como: visitas de campo, cotizaciones, visitas de inspección, etc.”

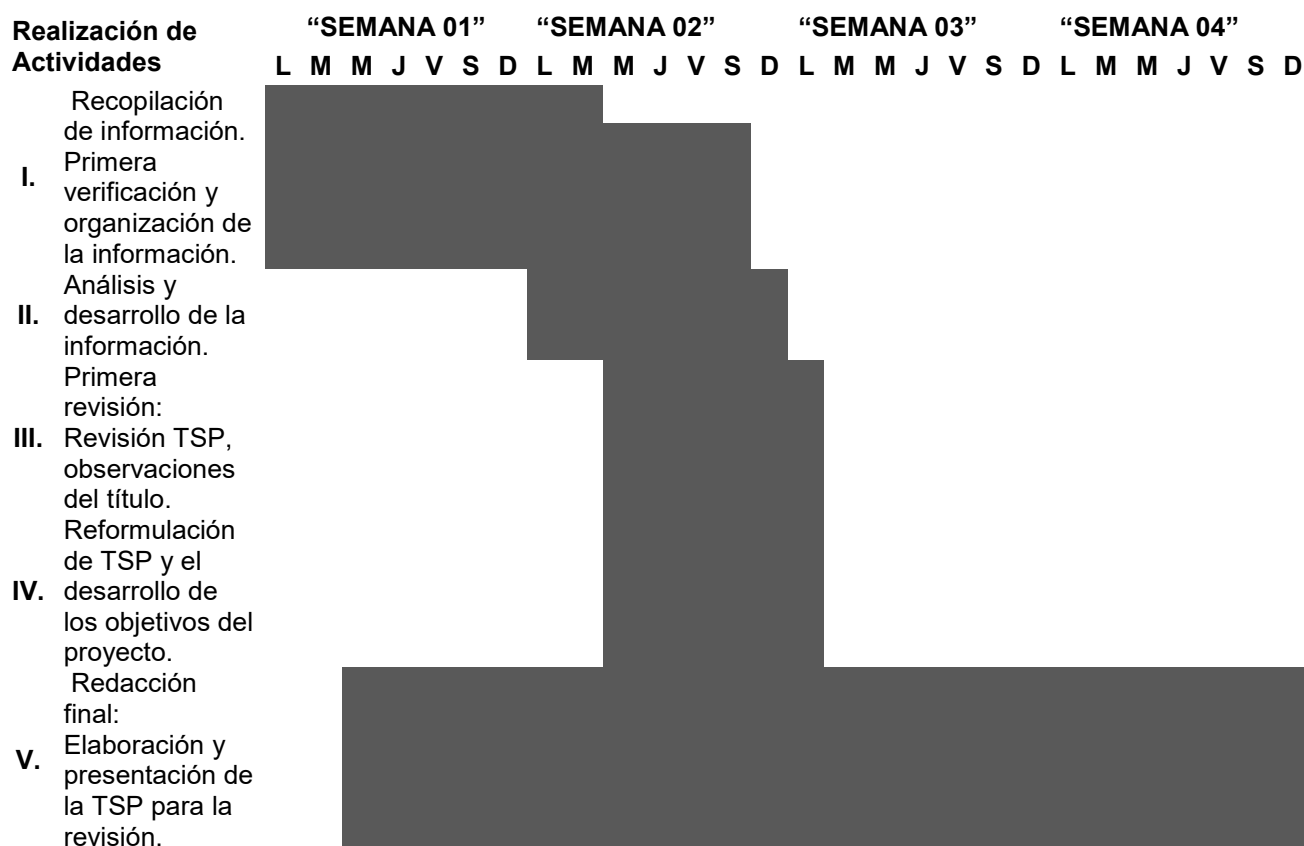
## **Asistente técnico de proyectos:**

“Obtener informaciones necesarias para los diferentes proyectos que se manejan en la unidad, apoyar en la preparación de especificaciones técnicas de requerimientos de productos para el desarrollo de proyectos, atender y resolver consultas técnicas relacionadas con su área de desempeño en los proyectos.”

### 3.1.8. Planificación del proyecto

**Tabla 23**

Diagrama Gantt de la realización de actividades.



### 3.1.9. Servicios y Aplicaciones

**El conteo de tráfico vehicular clasificado para el Jr. Miguel Ángel será:**

Se determino las características para realizar el estudio de tráfico vial para la vía del Jr. Miguel Ángel de la ciudad de Cajamarca son predominantemente ligeras y en casos pesados.

**Tabla 24**  
Resultados IMD y ESAL.

Tipo de vehículo	IMD	Veh/Año	Veh/Carril	Factor Camión	ESAL carril	FC	ESAL
<b>Auto</b>	49	18375	9187.5	0.0001	0.91875	494.21	454.055438
<b>Camionetas</b>	11	4125	2062.5	0.0001	0.20625	494.21	101.930813
<b>2E</b>	4	1500	750	4.504	3378	494.21	1669441.38
<b>3E</b>	2	750	375	3.285	1231.875	494.21	608804.944
<b>4E</b>	1	375	187.5	2.774	520.125	494.21	257050.976
<b>T2S1</b>	1	375	187.5	7.742	1451.625	494.21	717407.591
<b>T2S2</b>	3	1125	562.5	6.523	3669.1875	494.21	1813349.15

**Nota:** El ESAL de diseño es de **5,066.610.03** y el tipo de tráfico de **Tp7**.

### Estudio de Suelos:

Como segundo objetivo para el estudio de suelo se recopiló toda la información en campo, de la extracción de muestras de suelo de cada excavación y de los resultados de los experimentos de laboratorio realizados en muestras de suelo para el Jr. Miguel Ángel son los siguientes resultados:

**Tabla 25**  
Perfil Estratigráfico de la sub rasante.

Calicata	Ubicación	Granulometría			SUCS	AASHTO	Tamaño Máximo	Límites de consistencia			W (%)
		GRAVA	ARENA	FINOS				L.L	L.P	I.P	
C-1	Jr. Miguel Ángel	0.00%	13.06%	86.95%	CH	A-7-6 (13)	4.75 mm	67%	28%	39%	27.36%

**Nota:** El Jr. Miguel Ángel de acuerdo con la clasificación SUCS tiene una denominación de CH, la cual corresponde a las arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

**Tabla 26**  
Resultados máxima densidad seca y óptimo Contenido humedad.

	Max. densidad seca	Opt cont. humedad
	1.61 gr/cm <sup>3</sup>	24.60%
AI 95%	<b>AI 100%</b>	<b>SUCS</b>
	1.53 gr/cm <sup>3</sup>	1.606 gr/cm <sup>3</sup>
		CH
		<b>AASHTO</b>
		A-7-6 (13)

**Nota:** Resultados de la Max. Densidad seca y Optimo contenido de humedad.

**Tabla 27**

Resultados de penetración

<b>PENTRC</b>	0.1 (*)	0.2 (*)
<b>MOLDE 1</b>	2.71	3.4
<b>MOLDE 2</b>	3.2	3.89
<b>MOLDE 3</b>	3.72	4.04

**Nota:** Resultados de penetración.**Tabla 28**

Valores del C.B.R para el diseño de pavimento.

MUESTRA	UBICACIÓN	CLASIFICACION		C.B.R		COMPACTACION	
		SUCS	AASHTO	95%	100%	O.C.H	M.D.S (gr/cm3)
C -1	Jr. Miguel Ángel	CH	A-7-6 (13)	4.06 %	5.14%	24.60%	1.61

**Nota:** El Jr. Miguel Ángel muestra un **C.B.R** al **95 %** de 4.06 % y al **100%** de 5.14%.**Tabla 29**

Resultado de los estudios de Suelos.

	Densidad	0.1	0.2	CBR	CBR
<b>Molde 1</b>	1.5	3.85	3.22	3.85	95% 100%
<b>Molde 2</b>	1.58	4.55	3.69	4.55	
<b>Molde 3</b>	1.62	5.29	3.83	5.29	<b>4.06%</b> <b>5.14%</b>

**Nota:** Resultados al 95% y 100% para el C.B.R.

Debido al perfil estratigráfico encontrado, así como la calidad del subsuelo, al momento de realizar los trabajos de corte de toda la zona del pavimento se deberá retirar todo el suelo orgánico existente, así como presentarse el caso restos de relleno puntuales no detectados en la etapa de muestreo.

Luego en el perfilado de corte, se deberá verificar la horizontalidad y pendientes del pavimento, se procederá entonces con la compactación de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 30**

Controles para la Sub Rasante.

<b>Tipo de vía</b>	<b># De controles en la sub-rasante por cada 100 m SW vía para grado CDE compactación Y CBR IN-SITU.</b>
Expresa	4
Arterial	3
Colectora	2
Local	1

**Nota:** Resultados para el control de la Sub Rasante.

Puesto que el resultado del CBR es muy bajo, y tratándose de suelos muy blandos se deberá realizar trabajos de mejoramiento a nivel de la subrasante, una vez compactada la subrasante, se colocará sobre esta una capa de estabilización, que en esta parte se recomienda un geotextil del tipo de tejido, el cual irá de acuerdo con especificaciones del fabricante.

Como medio alternativo para estabilizar el suelo, se recomienda que una vez compactada la subrasante se coloque una capa de over o enrocado de piedra de espesor mínimo de 0.25 m, las partículas de esta capa presentarán un diámetro promedio de 4" y tendrán una adecuada resistencia como para soportar eventualmente condiciones continuas de saturación.

Obteniéndose el valor definitivo del espesor de la capa de mejoramiento, una vez realizado el respectivo diseño de pavimento.

Luego de haber obtenido el espesor definitivo de la capa de estabilización se colocará una capa de base granular, cuyo espesor será diseñado.

### **Establecer Espesor de Pavimento:**

Como tercer objetivo para el determinar el espesor de Pavimento, se recopiló toda la información relacionando con nuestros objetivos anteriores son los siguientes

resultados. Se empezó con la recolección de datos obtenidos para el cálculo de espesor del Pavimento:

**Tabla 31**

Datos para el cálculo del espesor del pavimento.

<b>Datos para el cálculo del Espesor del Pavimento</b>	
Concreto:	210Kg/cm <sup>2</sup>
“C.B.R”.	4.06%
“Vehículo de diseño”:	T2-S2
“Periodo de diseño”:	20 años

**Nota:** Datos para el cálculo del Espesor del Pavimento.

Continuando con el cálculo del espesor del Pavimento se calculará distintos puntos comenzando con el **“Coeficiente de Seguridad”**.

**Tabla 32**

“Coeficiente de seguridad”.

<b>Coeficiente de Seguridad</b>			
<b>i)</b>	<b>Considerando los vehículos más pesados:</b>		
	Vehículos por hora (valor redondeado)	=	1
	Vehículos por año	=	1*24*365      8760
	Vehículos en 20 años	=	8760*20      175200
	Se toma en cuenta el Abaco: Coeficiente de Seguridad:		
	175200	>	10,000.00
			Repeticiones que producen la Rotura
	-->		FS=2.00
<b>ii)</b>	<b>Para cargas que producen la rotura del pavimento a las cien mil repeticiones más pesadas que se suponen, han de circular por una vía durante 25 a 30 años, se toma un coeficiente de seguridad (FS = 2)</b>		FS=2.00

**Nota:** Se considera un FS=2.00.

**“Coeficiente de Impacto”:**

Para Pavimentos Rígidos se tomará el coeficiente de impacto de 20%, valor que se admitirá para el Diseño:  $I = 1.2$

### “Carga de Diseño”:

En este caso el vehículo más pesado que transita por esta vía es el C2, la distribución de carga en sus ruedas será la siguiente:

*Carga por Rueda Delantera = 2 tn ; 2000 kg*

*Carga por Rueda Posterior = 4tn; 4000kg*

El valor de la carga de diseño se definirá por la carga más pesada:

$$P = 1.2 * 4000$$

$$P = 4800kg$$

Conoceremos las “Características del Concreto”:

“**Módulo de elasticidad (E)**”: Según ACI-318-63, para hormigones con los siguientes valores:  $1.44Tn/m^3 < W < 2.50Tn/m^3$ ; se utilizará la siguiente fórmula:

$$E = W * 3/2 * 4270 * f'c^{0.5}$$

**Donde:**

✓ “**W**” = Peso unitario del Cº Endureido en  $Tn/m^3$

✓ “**F’C**” = Resistencia Cilíndrica del Cº en  $Tn/m^3$

Se tomará un concreto con agregados de arena y piedra, donde: “**W**” =  $2.30 tn/m^3$

Entonces el Módulo de Elasticidad es el siguiente:  $EC = 15,000 * (f'c)^{0.5}$

**Luego:**

$$EC = 15,000 * (210^{0.5})$$

$$EC = 217,317 kg/cm^2$$

“**Módulo de Poisson (u)**”: “Es la relación entre la deformación transversal y longitudinal de un espécimen al determinar su resistencia a la compresión”.



- Su valor está comprendido entre 0.15 a 0.20
- Se adopta como valor representativo: **u = 0.17**

**“Tensión a la Rotura”:**  $S = MC/I$

**Donde:**

**S:** Esfuerzo unitario de rotura por flexión

**M:** Momento actuante

**I:** momento de Inercia de la sección

**C:** distancia desde el eje neutro de la sección a la fibra extrema:  $h/2$

Esta fórmula se basa en el caso supuesto de que la carga sea aplicada en la esquina de la losa, no se tomará en consideración reacción de la subrasante.

Entonces el esfuerzo producido en la fibra extrema superior del plano de rotura estará dado por:

$$M = PX$$

$$Mr = SI/C$$

**Donde: “Mr”:** Momento resistente de la losa.

Por equilibrio que:  $M=SI/C$ , donde:  **$S=MC/I$** , está fórmula dará el valor de la rotura, el cual no se considera para el Diseño, porque para presentarse la rotura del concreto, debe sobrepasar el Límite de su Módulo de Rotura.

Ante esto, el “MÓDULO DE ROTURA” para Hormigones, debe estar dentro del siguiente intervalo:

$$1.988 * (f'c)^{0.5} \leq Mr \leq 3.255 * (f'c)^{0.5}$$

**Para nuestro caso:**  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Entonces:**

$$1.988(210^{0.5}) \leq Mr \leq 3.255(210^{0.5})$$

$$28.81 \leq Mr \leq 47.17 \text{ Kg/cm}^2$$

Para este motivo se toma como Módulo de Rotura el 20% del Esfuerzo a la Compresión del Concreto, entonces:

$$Mr = 0.20 * f'c$$

$$Mr = 42.00 \text{ Kg/cm}^2$$

**“Tensión de Trabajo”:**

Como nuestro Coeficiente de Seguridad es 2, el Esfuerzo de trabajo para el diseño será:

$$T = \frac{\text{Módulo de Rotura}}{\text{Coef. Seguridad}} = \frac{0.20 f'c}{2.00} = 0.10 f'c; T = 21.00 \text{ Kg/cm}^2$$

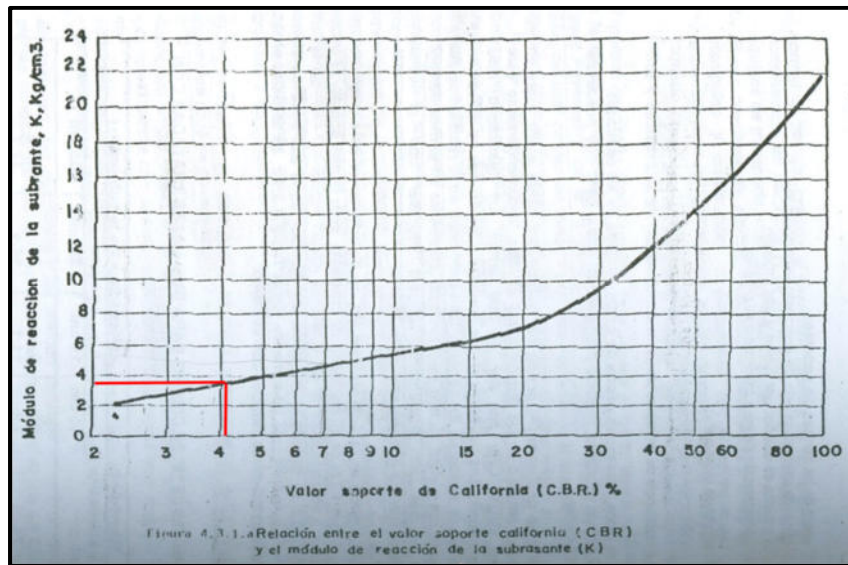
**“Módulo de Reacción de la Subrasante” (K):**

De “Coeficiente De Balasto”, expresa la resistencia del suelo.

Del Ábaco: “Relación entre el valor de soporte de California C.B.R. y el módulo de reacción de la SUBRASANTE K”, tenemos que para un:

**C. B. R** = 4.06 ---> 3.80; el valor **3.80** es el valor de "k" obtenido del abaco nº 001.

**Figura 13**  
Módulo de reacción de la subrasante K:



**Nota:** El valor de "k" obtenido del ábaco nº 001.

Por efecto de la Base Granular, el Coeficiente de Balastro, sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

**Tabla 33**  
Valor de k de subrasante incrementada.

"Valor k" (Kg/cm <sup>3</sup> )	"Valor de K de subrasante incrementada"					"Interpolación"	
	10.00	15.00	22.50	30.00	cm	25.00	cm
1.40	1.82	2.10	2.38	3.08	cm	2.75	cm
2.80	3.64	3.92	4.48	5.32		4.85	
5.60	6.16	6.47	7.56	8.96		8.13	
8.40	8.96	9.24	10.36	12.04		11.11	

**Nota:** Se considera 25 cm.

**Para el Mejoramiento de la Subrasante;**  $e = 25.00 \text{ kg/cm}^3$

Interpolando tenemos:

2.80            4.85

**3.80            K**

5.60            8.13

**Entonces K:**

$$K = \frac{(8.13 * (2.80 - 3.80) - 4.85 * (5.60 - 3.80))}{(2.80 - 5.60)}$$

$$K = 6.02 \text{ kg/cm}^3$$

**“Espesor de la losa de concreto”:**

Determinamos espesor de la losa de acuerdo con el Ábaco n°002, indicando a continuación el resumen de los datos obtenidos:

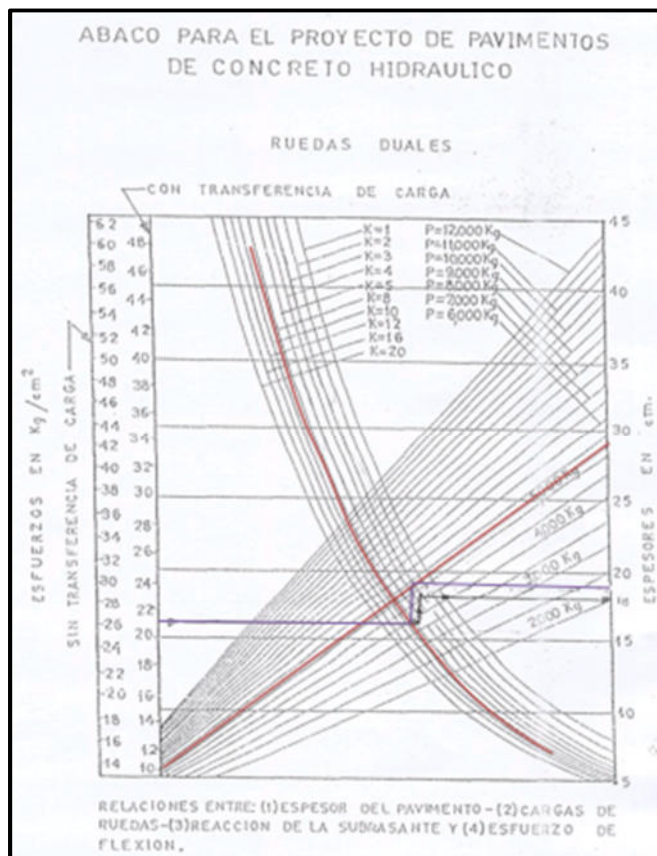
✓ <i>Coficiente de seguridad</i>	= 2.00
✓ <i>Coficiente de Impacto (I)</i>	= 1.20
✓ <i>Carga por Rueda más Pesada</i>	= 4,000.00 kg
✓ <i>Radio del Círculo Área Contacto</i>	= 22.00 cm
✓ <i>Coficiente Rotura del Concreto (Mr)</i>	= 42.00 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
✓ <i>Esfuerzo de Trabajo C<sup>o</sup> (T)</i>	= 21.00 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
✓ <i>Módulo de Balastro (Ki)</i>	= 9.17 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$
✓ <i>Carga de Diseño (P)</i>	= 4,800.00Kg

Para determinar el Espesor de la Losa mediante el Abaco del Dr. Picket se encuentra los siguientes valores:

✓ <i>Esfuerzo de Trabajo C<sup>o</sup> (T)</i>	= 21.00 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
✓ <i>Módulo de Balastro (Ki)</i>	= 9.17 kg/cm <sup>3</sup>
✓ <i>Carga de Diseño (P)</i>	= 4,800.00 Kg

Considerando dotar a las losas de elementos de unión (pasadores), en los Ábacos respectivos, tomamos la columna correspondiente a: "Esquina protegida con transferencia de carga", determinamos el espesor en "cm".

**Figura 14**  
Abaco n° 002: "Espesor tentativo aproximado de la losa de concreto"



**Nota:** "Espesor tentativo aproximado de la losa de concreto".

Finalmente, **Cálculo del espesor del pavimento:**

Espesor tentativo de la losa de concreto es,  $h = 20.00 \text{ cm}$

Empleando la fórmula de Frank T. Sheets:

**a. Para llantas neumáticas sencillas:**

Sin carga de transferencia:

$$S = 2,4 * W * C/h^2$$

Con carga de transferencia:

$$S = 1,92 * W * C/h^2$$

**b. Para llantas neumáticas dobles:**

Sin carga de transferencia:

$$S = 1.85 * W * C/h^2$$

Con carga de transferencia:

$$S = 1,48 * W * C/h^2$$

En estas fórmulas se ha tenido en cuenta el factor de impacto (aproximadamente 1,20). El factor "C" depende del valor relativo del soporte del suelo y se puede obtener de la siguiente tabla:

**Tabla 34**  
Tabla de relaciones

TABLA DE RELACIONES	
CBR	C
3 a 10	1.000
10 a 20	0.900
20 a 35	0.842
35 a 50	0.800
50 a 80	0.777

Reemplazando formulas se tiene:

Para: llantas neumáticas dobles, con carga de transferencia:

$$h = 16.79 \text{ cm}$$

Para: llantas neumáticas dobles, sin carga de transferencia:

$$h = 18.77 \text{ cm}$$

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se asumirá el espesor del pavimento:

$$h = 20.00 \text{ cm}$$

**Tabla 35**

Espesor del pavimento.

<b>"Espesor del Pavimento"</b>	
<b>Losa de Concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math></b>	<b>e = 0.20 m</b>
<b>Base Granular</b>	<b>e = 0.25 m</b>
<b>Mejoramiento de Subrasante</b>	<b>e = 0.25 m</b>
<b>Total=</b>	<b>e= 0.70 m</b>

**Nota:** Resultados para el Espesor de Pavimento.

# CAPÍTULO IV

## DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Según manejo de datos una investigación cualitativa.

Según S.J. y Bogdan R (1986) dicen lo siguiente:

La investigación cualitativa por definición se orienta a la producción de datos descriptivos, como son las palabras y los discursos de las personas, quienes los expresan de forma hablada y escrita, además, de la conducta observable.

(p.1)

**Nivel de investigación:** Según el alcance de la investigación es descriptiva.

Según Morales (2012) dice:

En las investigaciones de tipo descriptiva, llamadas también investigaciones diagnósticas, buena parte de lo que se escribe y estudia sobre lo social no va mucho más allá de este nivel. Consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores. (p.1)

Entonces, el objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos y procesos.

**Diseño de investigación:**

Diseño de investigación no experimental, transversales y correlacionales casuales.



## **4.2. Método de Investigación**

Se utilizó el método descriptivo; para así identificar cada proceso del estudio.

## **4.3. Población y Muestra**

La vía del Jr. Miguel Ángel de la ciudad de Cajamarca tiene un terreno de estudio que presenta una superficie de pendientes plana.

El presente proyecto surge como una respuesta a solucionar el déficit de infraestructura existente en la localidad de Cajamarca, relacionado con pistas y veredas, debido a que en la actualidad el sistema de transitabilidad es muy precario, las vías del presente proyecto presentan una capa de afirmado de un espesor promedio de 10 cm, en mal estado las que presentan problemas de curvatura, inundaciones, formación de lodos, etc.

Por otra parte, los pobladores de la ciudad y sus sectores han visto la necesidad de priorizar la construcción y mejoramiento de las vías urbanas de la localidad, lo que les permitirá acceder a una mejor atención y oportunidad por lo que el presente proyecto ha sido priorizado en el presupuesto participativo concertado de la Provincia de Cajamarca.



**Figura 16**

Ubicación geográfica, superficies y altitud.

Provincia/Distrito	Ubicación geográfica		Superficie (2) (Km2)	Altitud (2) (m.s.n.m)
	Latitud sur (1)	Longitud oeste (1)		
Cajamarca	07° 09' 12"	78° 30' 57"	2979,78	2720

Fuente: Expediente Técnico.

#### **4.5. Técnica e Instrumentos para la recolección de la información**

##### **Técnicas**

Las técnicas utilizadas para el proceso de recolección de la información serán:

Técnica de observación y recolección de datos para poder registrar las condiciones del proyecto.

##### **Instrumentos**

- ✓ “Manual de diseño de pavimentos” (AASHTO-93).
- ✓ “Manual De Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, sección: Suelos y Pavimentos”.
- ✓ Norma ASTM D2488
- ✓ ASTM D2216
- ✓ ASTM D422
- ✓ ASTM D4318
- ✓ ASTM D 2487
- ✓ ASTM D-698
- ✓ ASTM D-1883

#### **4.6. Análisis y Procesamientos de datos**

Se utilizaron programas como office, AutoCAD 2020, asimismo el procesamiento de datos cuenta con sus respectivas normas.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Se concluye las características para realizar el estudio de tráfico vial para la vía del Jr. Miguel Ángel de la ciudad de Cajamarca son predominantemente ligeras y en casos pesados. Según la investigación se considera que corresponde al tipo de tráfico pesado que es la que tiene mayor importancia que es un tipo T2S2, con ESAL de 5,066.610.03 que pertenece al tipo de tráfico Tp8 con una proyección de veinte años.
- Se concluye en cuanto a los estudios de suelos se realizaron perforaciones en los puntos especificados dentro del proyecto, de estas se logró la obtención de muestras representativas para la realización de la descripción de los suelos sobre la cual se encontrarán apoyados los pavimentos de las vías.
- La condición del suelo a -0.60m está constituida por finos plásticos de acuerdo con la clasificación **SUCS** tiene una denominación de **CH**, la cual corresponde a las arcillas orgánicas de acuerdo con la clasificación **AASHTO** tiene una denominación de **A-7-6**, la cual corresponde a las arcillas plásticas y presentan elevada expansión.
- De acuerdo con el estudio realizado a la zona del proyecto presenta un CBR de **4.27 %**, por lo que se está usando una capa de afirmado de 0.20 m con un CBR de **77 %** como capa de apoyo de la losa de concreto.

Notándose que el CBR es muy bajo, se recomienda que una vez compactada la subrasante se coloque una capa de over o enrocado de piedra de espesor mínimo de 0.25 m, las partículas de esta capa presentarán un diámetro promedio de 4" y

tendrán una adecuada resistencia como para soportar eventualmente condiciones continuas de saturación.

- Se concluye finalmente la determinación del espesor del pavimento el cual es un Pavimento Rígido de losa de concreto de 20 cm, el espesor de la base granular es de 25 cm, el espesor del mejoramiento con over es de 25 cm.

## **5.2. Recomendaciones**

- Como primer objetivo se tuvo el estudio del tráfico vial, el cual se obtuvo todos los resultados necesarios para poder así poder realizar IMD y ESAL, lo cuál es recomendable realizar un buen estudio de tráfico vial.
- Como segundo objetivo se obtuvo el estudio de suelos, el cual se seguirá adecuadamente el estudio realizado  
  
Se recomienda tomar el valor mínimo de CBR por ser el más desfavorable y esto dará un mayor margen de seguridad en el diseño para permitir que la infraestructura vial complete su ciclo de vida.
- Como último objetivo se obtuvo el espesor de pavimento el cual viene a ser rígido. Se recomienda evaluar el pavimento después de los 10 años, para verificar posibles fisuras, parches, surcos y deflexión, así comprender el estado real de la superficie del pavimento y tomar medidas correctivas.

# CAPÍTULO VI

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### 6.1. Glosario de Términos

**Diseño:** De acuerdo con los diferentes significados de diseño se dice que, “El verbo diseñar denomina una actividad, la de proyectar, que es previa a la producción de las cosas” (Campi, 2019, p.11 y 12).

**Espesor:** Según Pérez y Gardey (2018), “Se denomina espesor al grosor de un elemento: es decir, a qué tan grueso, abultado o ancho es. La idea de espesor también puede vincularse a la condensación o la densidad de una sustancia”.

**Norma:** “Principio que se impone o se adopta para dirigir la conducta o la correcta realización de una acción o el correcto desarrollo de una actividad” (Pérez y Gardey, p.01).

**Pavimento:** Los pavimentos son estructuras viales multicapa, es decir: “Es un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales compuestas por materiales seleccionados. Estas estructuras son diseñadas para soportar las cargas impuestas por el tránsito y por las condiciones ambientales” (Reyes y Rondón, 2015, p. 30). Asimismo, estos deben diseñarse con el fin de ofrecer una pavimentación adecuada.

**Proyección:** “La proyección es un pronóstico de diversas variables económicas que parten de un análisis macroeconómico en base a la información estadística del sector real, fiscal, balanza de pagos e internacional. A partir del análisis de la información se logra entender el comportamiento actual de la economía, ello permitirá realizar las proyecciones mediante diversos métodos siendo los más usados los modelos de

programación financiera y modelos econométricos, entre otros” (Real Academia Española, p.01)

**Pavimento Rígido:** El Pavimento Rígido es una estructura que consta de una capa de losa de hormigón, es decir: “Con un espesor de 18 a 30 cm, soportada sobre una base de capa granular” (Reyes y Rondón, 2015, p. 30).

Este tipo de pavimento es menos sensible a cambios climáticos como también es beneficioso para la sostenibilidad ambiental debido a su mayor reflectividad y menor absorción de calor.

**Suelos:** “Superficie terrestre” (Real Academia Española, p.01)

**Topografía:** “Ciencia de la tierra se enfoca en la descripción precisa de los elementos sobre la superficie terrestre la cual detalla aspectos como área, forma y altura, transformándolos en información plana” (Real Academia Española, p.01)

**Vía:** “La vía es el espacio donde se desarrolla el tránsito. Se denomina vía a toda calle, carretera o camino abierto al uso público, así como al camino privado utilizado por una colectividad indeterminada de usuarios” (Pérez y Gardey, p.01)

## 6.2. Libros

MTC. (2013). *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Recuperado de: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

Rondon, A. y Reyes, F. (2018). *Pavimentos - 2da edición: Materiales, construcción y diseño 2da Edición*. Recuperado de <https://books.google.com>.

## 6.3. Electrónica

Alicia, (2013). *Acceso Libre a Información Científica para la Innovación*. Recuperado de <https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/>

Chávez, (2014). Es.Slideshare. Recuperado de <https://es.slideshare.net/kevinromerolatorre/tipos-de-pavimentos>

Google Académico, (2010). Recuperado de [https://scholar.google.es/schhp?hl=es&as\\_sdt=0,5](https://scholar.google.es/schhp?hl=es&as_sdt=0,5)

Geoinnova (2015). Recuperado de <https://geoinnova.org/blog-territorio/la-topografia/>

MDC, (2004). Municipalidad de Cajamarca. Recuperado de <https://www.municaj.gob.pe/>

Pérez y Gardey. (2018) *Definición de* Recuperado de <https://definicion.de/espesor/>

Perales. (2019) Es. Scribd. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/416723271/Tipos-de-maquinarias-usadas-en-la-ejecucion-de-pavimentos>



Repositorio PUCP, (2013). Recuperado de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/173103>

RAE, (2013). Real Academia Española. Recuperado de <https://www.rae.es/>

RENATI, (2016). Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos.  
Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/>

# CAPÍTULO VII

## ÍNDICES

### 7.1. Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Gráfico humedad – densidad.....	14
<b>Figura 215:</b> Ensayo California Bearing Ratio (“CBR”).....	15
<b>Figura 3:</b> “Ensayo de hinchamiento”.....	15
<b>Figura 4:</b> “Ensayo carga – penetración”.....	15
<b>Figura 5:</b> Curvas de esfuerzo - penetración.....	16
<b>Figura 6:</b> Valor de k de subrasante incrementada.....	23
<b>Figura 7:</b> “Espesor tentativo aproximado de la losa de concreto.....	25
<b>Figura 8:</b> Proyección de la pavimentación del Jr. Miguel Ángel.....	27
<b>Figura 9:</b> Sección transversal del Jr. Miguel Ángel.....	28
<b>Figura 10:</b> Dimensionamiento del área de estudio.....	29
<b>Figura 11:</b> Organigrama Municipal.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 12:</b> Módulo de reacción de la subrasante K:.....	41
<b>Figura 13:</b> “Espesor tentativo aproximado de la losa de concreto.....	43
<b>Figura 14:</b> Ubicación Geográfica del proyecto.....	48
<b>Figura 15:</b> Ubicación geográfica, superficies y altitud.....	49

### 7.2. Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Requerimientos y normatividad aplicada en trabajo de suficiencia....	8
<b>Tabla 2:</b> Estudio de tráfico.....	9
<b>Tabla 3:</b> Cálculo del estudio de tráfico.....	10
<b>Tabla 4:</b> Cálculo periodo proyectado.....	10
<b>Tabla 5:</b> Calculo ESAL de diseño y tipo de tráfico.....	11
<b>Tabla 6:</b> Perfil Estratigráfico de la sub rasante.....	12
<b>Tabla 7:</b> Valores del C.B.R para el diseño de pavimento.....	12
<b>Tabla 8:</b> Análisis granulométrico.....	12
<b>Tabla 9:</b> Contenido natural de humedad ASTM D 2216.....	13
<b>Tabla 10:</b> Tipo de suelo a tratar.....	13
<b>Tabla 11:</b> Proctor modificado – Método A.....	13
<b>Tabla 12:</b> Determinación del contenido de humedad.....	14

<b>Tabla 13:</b> Resultados máxima densidad seca y óptimo Contenido humedad:	16
<b>Tabla 14:</b> Resultados de penetración:	16
<b>Tabla 15:</b> Resultados CBR:	17
<b>Tabla 16:</b> Controles para la Sub Rasante:	17
<b>Tabla 17:</b> Datos para el cálculo del Espesor del pavimento:	18
<b>Tabla 18</b> “Coeficiente de seguridad”:	19
<b>Tabla 19:</b> Valor de k de subrasante incrementada:	23
<b>Tabla 20:</b> Espesor del pavimento:	27
<b>Tabla 21:</b> Sección transversal del Jr. Miguel Ángel:	28
<b>Tabla 22:</b> Descripción de los equipos utilizados:	29
<b>Tabla 23:</b> Diagrama Gantt de la realización de actividades:	33
<b>Tabla 24:</b> Resultados IMD y ESAL:	34
<b>Tabla 25:</b> Perfil Estratigráfico de la sub rasante:	34
<b>Tabla 26:</b> Resultados máxima densidad seca y óptimo Contenido humedad:	34
<b>Tabla 27:</b> Resultados de penetración:	35
<b>Tabla 28:</b> Resultado de los estudios de Suelos:	35
<b>Tabla 29:</b> Controles para la Sub Rasante:	36
<b>Tabla 30:</b> Datos para el cálculo del espesor del pavimento:	37
<b>Tabla 31:</b> “Coeficiente de seguridad”:	37
<b>Tabla 32:</b> Valor de k de subrasante incrementada:	41
<b>Tabla 33:</b> Espesor del pavimento:	45

# CAPÍTULO VIII

## ANEXOS

### ANEXO 1 - Diapositivas utilizadas en la sustentación.

UAP



**"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL JR. MIGUEL ANGEL EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA."**

This slide features a background image of a dirt road lined with trees and buildings. The title is centered in large, bold, black text. The UAP logo is in the top right corner, and a decorative icon is in the top left.

UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

UAP



**UBICACIÓN DEL PROYECTO**



El proyecto se localiza en el Casco Urbano de la provincia de Cajamarca, sector 13.

This slide illustrates the project's location. It includes a map of Peru on the left, a detailed map of the Cajamarca region in the center with the project location circled and labeled 'UBICACIÓN DEL PROYECTO', and a photograph of the study site on the right. The UAP logo is in the top right, and a decorative icon is in the top left.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### **PROBLEMA GENERAL:**

- ¿Cómo el diseño de pavimento rígido influirá en la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca?

### **PROBLEMAS ESPECIFICOS:**

- ¿De qué forma la realización del estudio de tráfico ayudará a la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca?
- ¿Cómo el estudio de suelos contribuirá a la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca?
- ¿De qué manera la determinación del espesor de pavimento rígido permitirá la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad de Cajamarca?



## OBJETIVOS DEL PROYECTO

UAP

### **Objetivo General:**

- Realizar el diseño de pavimento rígido para la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad Cajamarca.

### **Objetivos Específicos:**

- Realizar el estudio de tráfico vial para la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad Cajamarca.
- Realizar el estudio de suelos para la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad Cajamarca.
- Determinar el espesor de pavimento rígido para la creación del servicio de transitabilidad del Jr. Miguel Ángel en la ciudad Cajamarca.



## DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DEL PROCESO DESARROLLADO

UAP

A la vía conocida como Jirón "Miguel Ángel" se le plantea buscar una alternativa de diseño que brinde durabilidad, mediante el diseño completo de la estructura.

Para poder realizar el diseño se empezó realizando:

1. El estudio de **Tráfico Vial** para poder obtener el volumen vehicular y así poder clasificar los tipos de vehículos.
2. Se realizó el **Estudio de Suelos**, el cual nos permitirá conocer sus características físicas, químicas, y mecánicas del suelo a tratar.
3. Con base a los resultados de ESAL de diseño y CBR y los parámetros recomendados determinamos el **Espesor del Pavimento** para la realización del diseño.



## ESTUDIO DE TRÁFICO VIAL

UAP

### CONTEO DE TRÁFICO VIAL:

HORA	AUTO	CAMIONETAS	CAMION	SEMI TRAYLER	TOTAL	Veh/día		
		PICK UP	2E	3E	4E	2S1	T2S2	
DIAGRAM VEHICUL								
IMDS	49	11	4	2	0	1	3	70 Veh/día
FE=	13%							
IMDA	56	12	4	3	0	1	3	79 Veh/día
2019								
Rv(%)	2.8%							
N= (años)	3							
IMDA	60	13	5	3	1	1	4	86 Veh/día
2022								
Rv(%)	2.80%							
N= (años)	20							
IMDA	105	23	8	5	1	1	6	149 Veh/día
2042								

### CALCULO DEL PERIODO PROYECYADO:

T=3 años		T=20 años	
2019	2022	2022	2042
ESTUDIO		PERIODO DE DISEÑO	
+			
CONSTRUCCION			
IMDA 2019	IMDA 2022	IMDA 2042	
	86 veh/día	149veh/día	
		#pasadas 824,173	

### CÁLCULO ESAL DE DISEÑO Y TIPO DE TRÁFICO:

Tipo de vehiculo	IMD	Veh/Año	Veh/Carril	Factor Camión	ESAL carril	FC	ESAL
Auto	49	18375	9187.5	0.0001	0.91875	494.21	454.055438
Camionetas	11	4125	2062.5	0.0001	0.20625	494.21	101.930813
2E	4	1500	750	4.504	3378	494.21	1669441.38
3E	2	750	375	3.285	1231.875	494.21	608804.944
4E	1	375	187.5	2.774	520.125	494.21	257050.976
T2S1	1	375	187.5	7.742	1451.625	494.21	717407.591
T2S2	3	1125	562.5	6.523	3669.1875	494.21	1813349.15
						Total	ESAL
							5,066 610.03
						Tipo de Tráfico	Tp8

T2S2		20.00	7	11	18	—	—	36
------	--	-------	---	----	----	---	---	----

Tp8	> 5'000,000 EE	≤ 7'500,000 EE
-----	----------------	----------------

## ESTUDIO DE SUELOS

UAP

### Muestreo y exploración de suelos del Jr. Miguel A,



Calle	JR. MIGUEL ANGEL
Ubicación de Calicata N°01	N 9206811 790. E 777250 888
Profundidad	1.50 M

### Perfil Estratigráfico de la sub rasante.

Calicata	Ubicación	Granulometría	SUCS	AASHTO	Tamaño Máximo	Límites de consistencia			W (%)
		GRAVA	ARENA	FINOS		LL	LP	LP	
C-1	Jr. Miguel Ángel	0.00% 13.06% 86.95%	CH	A-7-6 (13)	4.75 mm	67%	28%	39%	27.36%

Nota: El Jr. Miguel Ángel de acuerdo con la clasificación SUCS tiene una denominación de CH, la cual corresponde a las arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

### Valores del C.B.R. para el diseño de pavimento.

Muestra	Ubicación	Clasificación	C.B. R		Compactación	
C -1	Jr. Miguel Ángel	SUCS CH A-7-6 (13)	95%	100%	O.C.H	M.D.S (gr/cm3)
			4.06 %	5.14%	24.60%	1.61

Nota: El Jr. Miguel Ángel muestra un C.B.R. al 95 % de 4.06 % y al 100% de 5.14%.

### Resultados CBR.

	Densidad	0.1	0.2	CBR	CBR
Molde 1	1.5	3.85	3.22	3.85	95% 100%
Molde 2	1.58	4.55	3.69	4.55	
Molde 3	1.62	5.29	3.83	5.29	4.06% 5.14%

Nota: Resultados al 95% y 100% para el C.B.R.

### Como medio alternativo para estabilizar el suelo se recomienda:

- La subrasante se coloque una capa de over o enrocado de piedra de espesor mínimo de 0.25 m.
- Las partículas de esta capa presentarán un diámetro promedio de 4" y tendrán una adecuada resistencia como para soportar eventualmente condiciones continuas de saturación.

## CALCULO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO

UAP

### DATOS PARA EL CALCULO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO:

Datos para el cálculo del Espesor del Pavimento	
Concreto:	210Kg/cm <sup>2</sup>
"C.B.R.":	4.06%
"Vehículo de diseño":	T2-S2
"Vehículo de diseño":	20 años

### 1. COEFICIENTE DE SEGURIDAD:

Según PORTLAND CEMENT ASSOCIATION se toma un coeficiente de seguridad de FS= 2.00

Considerando los vehículos más pesados:	
Vehículo por hora (valor estadístico)	= 1
Vehículo por día	= 24
Vehículo por año	= 8760
Vehículo por 20 años	= 175200

Se toma en cuenta el factor Coeficiente de Seguridad = 2.00

Repetición que produce la Rotura = 175200

### 2. COEFICIENTE DE IMPACTO:

Para Pavimentos Rígidos se tomará el coeficiente de impacto de: "20%", valor que se admitirá para el Diseño:  $I=1.2$

### 3. CARGA DE DISEÑO:

- Carga por Rueda Delantera = 2 tn : 2000 kg
- Carga por Rueda Posterior = 4tn: 4000kg

En este caso el vehículo más pesado que transita por esta vía es el T2S2, la distribución de carga en sus ruedas será la siguiente:

$$P = 1.2 \cdot 4000$$

$$P = 4800kg$$

### 4. MODULO DE ELASTICIDAD:

El Módulo de Elasticidad es el siguiente:

$$EC = 15.000 \cdot (f'c)^{0.5}$$

Luego:

$$EC = 15.000 \cdot (210^{0.5})$$

$$EC = 217.317 \text{ kg/cm}^2$$

### 5. MODULO DE POISSON "u":

Es la relación entre la deformación transversal y longitudinal de un espécimen al determinar su resistencia a la compresión. Su valor está comprendido entre 0.15 a 0.20

Entonces, se adopta como valor representativo  $u = 0.17$

### 6. TENSION DE ROTURA:

El "MÓDULO DE ROTURA" para Hormigones, debe estar dentro del siguiente intervalo:

$$1.988 \cdot (f'c)^{0.5} \leq Mr \leq 3.255 \cdot (f'c)^{0.5}$$

$$28.81 \leq Mr \leq 47.17 \text{ Kg/cm}^2$$

Para este motivo se toma como Módulo de Rotura el 20% del Esfuerzo a la Compresión del Concreto, entonces:

$$Mr = 0.20 \cdot f'c$$

$$Mr = 42.00 \text{ Kg/cm}^2$$

### 7. TENSION DE TRABAJO:

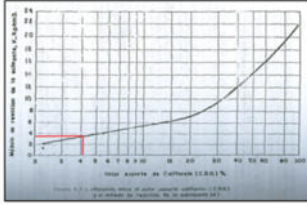
Como nuestro Coeficiente de Seguridad es 2, el Esfuerzo de trabajo para el diseño será:

$$T = \frac{\text{Módulo de Rotura}}{\text{Coef. Seguridad}} = \frac{0.20 f'c}{2.00}$$

$$T = 21.00 \text{ Kg/cm}^2$$

**Módulo de Reacción de la Subrasante (K):**

"Relación entre el valor de soporte de California C.B.R. y el módulo de reacción de la SUBRASANTE K", tenemos que para un:



C.B.R. = 4.0% → 3.80; el valor **2.80** es el valor de "K" obtenido del abaco n° 001.

Por efecto de la Base Granular, el "Coeficiente de Balastro", sufrirá una variación, la que será determinada en la Tabla siguiente:

Valor K*	Valor de K de subrasante incrementada*				Interpolación*
(kg/cm³)	10.00 cm	15.00 cm	22.50 cm	30.00 cm	35.00 cm
1.40	1.62	2.10	2.38	3.08	2.75
2.80	3.64	3.92	4.48	5.32	4.85
5.60	6.15	6.47	7.56	8.96	8.13
8.40	8.95	9.24	10.36	12.04	11.11

Para el Mejoramiento de la Subrasante se considera una subbase **e = 25cm**

**DETERMINAMOS EL ESPESOR DE LA LOSA**

**RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS**

- ✓ Coeficiente de seguridad = 2.00
- ✓ Coeficiente de Impacto (I) = 1.20
- ✓ Carga por Rueda más Pesada = 4,000.00 kg
- ✓ Radio del Círculo Área Contacto = 22.00 cm
- ✓ Coeficiente Rotura del Concreto (Mr) = 42.00  $\frac{kg}{cm^2}$
- ✓ Esfuerzo de Trabajo C\* (T) = 21.00  $\frac{kg}{cm^2}$
- ✓ Módulo de Balastro (Ki) = 9.17  $\frac{kg}{cm^3}$
- ✓ Carga de Diseño (P) = 4,800.00 Kg

**DETERMINAR EL "ESPESOR DE LA LOSA" MEDIANTE EL ABACO:**

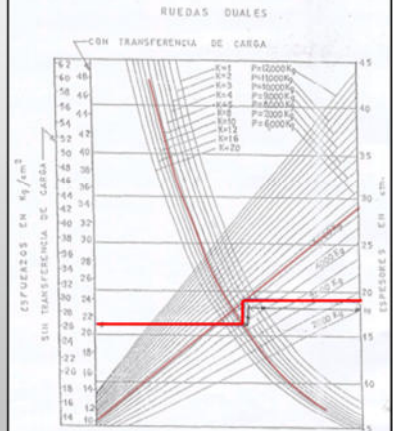
- ✓ Esfuerzo de Trabajo C\* (T) = 21.00  $\frac{kg}{cm^2}$
- ✓ Módulo de Balastro (Ki) = 9.17  $\frac{kg}{cm^3}$
- ✓ Carga de Diseño (P) = 4,800.00 Kg

Espesor tentativo de la losa de concreto:

**H = 20.00 cm**



**ABACO PARA EL PROYECTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO**



RELACIONES ENTRE: (1) ESPESOR DEL PAVIMENTO - (2) CARGAS DE RUEDAS - (3) EXTENSIÓN DE LA SUBRASANTE Y (4) ESFUERZO DE FLECCIÓN.



**CALCULO DEL ESPESOR DE PAVIMENTO:**

- Para llantas neumáticas sencillas:

$$S = \frac{2.4 W C}{h^2} \quad S = \frac{1.92 W C}{h^2}$$

- Para llantas neumáticas dobles:

$$S = \frac{1.85 W C}{h^2} \quad S = \frac{1.48 W C}{h^2}$$

- El coeficiente "C" utilizado en éstas fórmulas

TABLA DE RELACIONES	
CBR	C
3 a 10	1.000
10 a 20	0.900
20 a 35	0.842
35 a 50	0.800
50 a 80	0.777

$$S = \frac{1.48 W C}{h^2} \quad \rightarrow \quad h = \left( \frac{1.48 W C}{S} \right)^{0.5}$$

C = 1.000

INGRESAR VALOR DE "C" SEGUN RANGO DE C.B.R.



Reemplazando todo los valores se tiene:

Para neumáticos dobles con transferencia

$$h = (1.48 * 4000 * 1/21)^{0.5}$$

h = 16.79 cm

Para neumáticos dobles sin transferencia

$$h = (1.85 * 4000 * 1/21)^{0.5}$$

h = 18.77 cm

**h=20 cm**

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, adoptaremos:

"Espesor del Pavimento"	
Losa de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	e = 0.20 m
Base Granular	e = 0.25 m
Mejoramiento de Subrasante	e = 0.25 m
Total=	e= 0.70 m





## DISEÑO METODOLÓGICO

UAP

### TIPO DE INVESTIGACIÓN



Según manejo de datos una investigación cualitativa.

### MÉTODO DE INVESTIGACIÓN



Se utilizo el método descriptivo; para así identificar cada proceso del estudio.



### DISEÑO DE INVESTIGACIÓN



Diseño de investigación no experimental, transversales y correlacionales casuales.



## CONCLUSIONES

UAP

1. Se concluye de acuerdo al estudio de tráfico vial el Índice Medio Diario Anual es de 149 vehículos por día, con el vehículo mas pesado tipo T2S2, con ESAL de 5,066.610.03 EE que pertenece al tipo de tráfico Tp8 con una proyección de veinte años.

2. La condición del suelo a -0.60m está constituida por finos plásticos. De acuerdo con la clasificación SUCS tiene una denominación de CH, en un subgrupo de A-7-6, la cual corresponde a arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

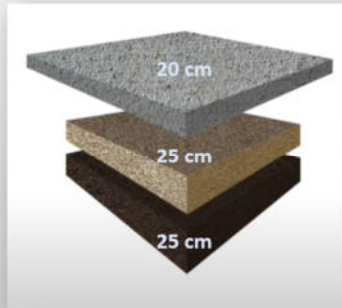
3. De acuerdo con el estudio realizado a la zona del proyecto presenta un CBR de 4.27 %, por lo que se está usando una capa de afirmado de 0.20 m con un CBR de 77 % como capa de apoyo de la losa de concreto.

4. Se concluye finalmente la determinación del espesor del pavimento el cual es un Pavimento Rígido de losa de concreto de 20 cm, el espesor de la base granular es de 25 cm, el espesor del mejoramiento con over es de 25 cm.



## RECOMENDACIONES

UAP



1. Se recomienda realizar un buen estudio de tráfico vial ya que este nos permite el calcular el ESAL de diseño.

2. Al notar que el CBR es muy bajo, se recomienda que una vez compactada la subrasante se coloque una capa de **over** o enrocado de piedra de espesor mínimo de 0.25 m, las partículas de esta capa presentarán un diámetro promedio de 4" y tendrán una adecuada resistencia como para soportar eventualmente condiciones continuas de saturación.

3. Se recomienda realizar e interpretar de forma adecuada los resultados para el cálculo del CBR de diseño. Se recomienda tomar el valor mínimo de CBR por ser el más desfavorable y esto dará un mayor margen de seguridad en el diseño para permitir que la infraestructura vial complete su ciclo de vida.

4. Se recomienda evaluar el pavimento después de los 10 años, para verificar posibles fisuras, parches, surcos y deflexión, así comprender el estado real de la superficie del pavimento y tomar medidas correctivas.