

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

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



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA AV.  
MIRAFLORES Y CIRCUNVALACIÓN, TRAMO - 1,  
CALLERIA – PUCALLPA, PERÚ 2017”.**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**  
**ALBERTO JUNIOR HIDALGO SÁNCHEZ.**

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

**PUCALLPA - PERÚ**

**AÑO: 2017**

**Dedicatoria:**

**A DIOS**, quien me protege de todo. Eres quien guía el destino de mi vida.

**A MIS**, padres **ALBERTO HIDALGO HIDALGO Y MARLY SANCHEZ MONTES** y **hermanos**, por el incondicional apoyo, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

### **Agradecimiento:**

Primeramente agradezco a la **UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS** por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi Asesor de Tesis el **Ing. Gabriel Sales Dávila** por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional. Las palabras nunca serán suficientes para testimoniar mi aprecio y mi agradecimiento.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

## TABLA DE CONTENIDO

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Tabla de contenido.....	iv
1. RESUMEN.....	v
2. ABSTRACT.....	vi
3. INTRODUCCION.....	vii
4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	01
5. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	03
6. MARCO TEÓRICO.....	07
7. TRABAJO DE CAMPO.....	18
8. RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
9. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, OBSERVACIONES.....	77
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
11. BIBLIOGRAFÍA .....	87

## RESUMEN

El estudio fue realizado con el objetivo de evaluar el mejoramiento de la av. Miraflores y Circunvalación, tramo-1. Callería, Pucallpa, arterias que unen la ciudad, el tipo de investigación desarrollado fue experimental con el método observacional. La hipótesis planteada es que el mejoramiento a través de la pavimentación rígida mejorara la transitabilidad de las vías en estudio y por ende la calidad de vida de los pobladores del distrito de Callería que transitan por la misma.

A medida que se avanzó en el estudio se apreció que existen trabajos de mejoramiento de calles y avenidas en la región con bastante antigüedad y con una buena durabilidad sacando ventaja el pavimento rígido a otros tipos de pavimentos.

Los gobiernos regionales y municipalidades provinciales y distritales por medio de las leyes de bases de la descentralización y en el marco de la nueva Ley Orgánica de Municipalidades 27,972, los gobiernos locales, son aquellos que promueven una adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo integral sostenible y armónico de su circunscripción.

Finalmente a las conclusiones que se llegó es que existe una mayor transitabilidad de las avenidas en estudio, el estudio topográfico ha permitido definir el relieve y porcentajes de pendiente; también se ha obtenido resultados de laboratorio de diferentes pruebas que nos indican como está constituido el terreno y que nos permite recomendar que materiales van a ser eliminados y sustituidos por otros, para que se pueda proceder a colocar la base granular.

De igual forma se tuvieron los resultados de pruebas de compactación que en resumen se llegó a la conclusión que el mejoramiento usando pavimentos rígidos es el más indicado para nuestra zona, por cuestiones económicas y de durabilidad comprobada.

Palabras Claves: Evaluación, Mejoramiento, Avenida

## ABSTRACT

The study was conducted with the objective of evaluating av. Miraflores and ring road improvement, segment-1. Callería, Pucallpa, arteries that unite the city, the type of research developed was experimental with the observational method. The hypothesis is that the improvement through the rigid paving improve trafficability of roads in study and therefore the quality of life of the inhabitants of the District of Callería travelling through the same.

As we move forward in the study can be seen that there are works of improvement of streets and avenues in the country with enough seniority and with good durability rigid to other types of flooring pavement taking advantage.

Regional and local Governments call municipalities district and provincial through laws of bases of decentralization and within the framework of the new organic law of municipalities 27972, local governments, are those who promote an adequate provision of local public services and the sustainable and harmonious development of his constituency.

Finely to the conclusions that I get is that there is a greater, the survey has allowed to define the relief and slope ratios; It has also obtained laboratory results of different tests that indicate as the ground is constituted and which allows us to recommend that materials will be removed and replaced by others, so that they can be replaced the base granular.

Likewise were the results of tests of compaction which in short came to the conclusion that the improvement using rigid flooring is the best suited for our area, economic issues and proven durability.

Key Work: Evaluation, improvement, avenue

## INTRODUCCIÓN.

El trabajo de investigación emerge como resultado de una necesidad encontrada en nuestro medio, de contar con una mejora en la calidad de vida de la población, minimizando los riesgos de accidentes, y mejor transitabilidad de los ciudadanos, es que se hace necesario proyectar dicha obra, está orientado a reducir el déficit de calles sin veredas y pavimentos, con la finalidad de mejorar accesibilidad a las viviendas, y de ésta al equipamiento y servicios; fortalecer el tejido social y la organización local, y mejorar la calidad ambiental del entorno. Consiste en la pavimentación de la Av. Miraflores, tramo comprendido entre la Av. Arborización y la Av. Circunvalación John F. Kennedy, y la Av. Circunvalación John F. Kennedy, tramo comprendido entre la Av. Miraflores y el Jr. Comandante Suárez. Categorizado de acuerdo al Plan Vial de la ciudad de Pucallpa como vía arterial.

Como primera etapa se considera el mejoramiento a través de la construcción desde la Av. Arborización Km 0+000 hasta el Jr. Venezuela Km 2+075, denominado tramo 01.

El proyecto incluye la construcción de martillos en las esquinas de las calles, veredas laterales a ambos lados de las vías, jardinería central, incluido sus sardineles, bermas laterales a ambos lados de las vías, alcantarillas techadas y señalización horizontal y vertical.

El informe final consta de cuatro (4) capítulos, estos son:

Capítulo I : Planteamiento del problema

Capítulo II : Fundamentos teóricos de la investigación

Capítulo III : Planteamiento metodológico

Capítulo IV : Organización, Presentación y análisis de resultados.

Conclusiones y Recomendaciones

## **4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **4.1 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.**

#### 4.1.1 Descripción de la problemática.

Actualmente existe un déficit en infraestructura de servicios y en particular de calles que no están pavimentadas en las zonas urbanas del distrito de Callería, esto ocasiona un problema para la transitabilidad vial y peatonal, solo existe terreno perfilado y polvorientos en condiciones inadecuadas que con las constantes precipitaciones pluviales en diversas temporadas y al carecer de sistemas de drenaje provocan inundaciones, trayendo consigo la presencia de roedores y proliferación de enfermedades poniendo en riesgo la vida de los transeúntes y pobladores en general, que hacen uso de estas vías para llegar a sus viviendas.

#### 4.1.2 Delimitación de la investigación.

##### A. Delimitación espacial.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Av. Miraflores y Circunvalación, tramo-1. Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, con su Capital Pucallpa, que se encuentra ubicada en la parte central oriental del Perú, a una altitud de 154 m.s.n.m y presenta las coordenadas de 8°21'00" Latitud Sur y 74°33'30" Longitud Oeste.

Presenta una superficie de 197.81 km<sup>2</sup> y presenta una densidad poblacional de 300,000 habitantes. El rápido crecimiento de la ciudad y a esto le sumamos que creció de forma desordenada hace que no se cierre brechas en cuanto saneamiento básico, lo que ha traído un retraso en la pavimentación de algunas avenidas.

##### B. Delimitación temporal.

La investigación se realizó el mes de diciembre del año 2016, previa aprobación del plan de investigación y culminó en diciembre del 2017, con la presentación del informe final.

##### C. Delimitación Social.

Los datos obtenidos en el presente trabajo fueron de importancia para los pobladores de la provincia de Coronel Portillo, ya que se puede ver la importancia de la pavimentación de las principales vías que benefician no solo a los conductores de vehículos motorizados sino también a los peatones que circulan por esta importante vía.



D. Delimitación conceptual.

Tecnología de la información.

Existen los conceptos necesarios utilizados en esta investigación, adquiridos en la formación de los estudios de ingeniería civil en la Universidad Alas Peruanas, también la utilización de términos como:

Pavimentos.

Tipo de pavimentos.

Características fundamentales que debe cumplir un pavimento.

Estructura del pavimento rígido.

Gestión del proceso escogido.

4.1.2 Formulación del problema.

Problema general.

¿De qué manera se mejora las inadecuadas condiciones de transitabilidad vial y peatonal comprendido entre la Av. Miraflores y Av. Circunvalación, Tramo - 1, del Distrito de Callería?

Problemas específicos.

¿Es posible mejorar la transitabilidad de esta vía a partir del mejoramiento de la misma aplicando técnicas de pavimentación rígida?

¿De qué manera se beneficiarían los conductores de vehículos motorizados y peatones que circulan por estas importantes vías?

## **5. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general.**

Mejorar la transitabilidad de la Av. Miraflores y la Av. Circunvalación Tramo 1, distrito de Callería, para poder formar el circuito vial que viene desde el puerto de Pucallpa hasta fuera de la zona urbana.

### **5.2 Objetivos específicos.**

Conocer la situación actual de las vías de acceso a la Av. Miraflores y la Av. Circunvalación Tramo 1.

Compendiar toda la información de los medios documentarios, institucionales y de campo.

Establecer la viabilidad y ejecución del proyecto

### **5.3 Variables de la Investigación.**

Variable Independiente (x).

Pavimentación de pistas de la Av. Miraflores y Av. Circunvalación Tramo 1.

Variable dependiente (y).

Adecuadas condiciones para la transitabilidad de la Avenida Miraflores y la avenida Circunvalación Tramo 1.

Metodología de la investigación.

### **5.4 Tipo de Investigación.**

Esta investigación fue de tipo no experimental, porque se realizó una recopilación de datos la cual se podrá evaluar el índice promedio vehicular que soporta esta importante avenida en el tramo 1.

### **5.5 Métodos de investigación.**

El nivel más adecuado para esta investigación fue el descriptivo – explicativo, que según Hernández *et al* 1997, porque se explicara que con el mejoramiento de esta avenida, se solucionan problemas de transitabilidad de la misma que beneficiara a las personas que manejan vehículos motorizados y peatones.

## 5.6 Diseño de la Investigación.

El diseño de esta investigación fue con el uso del método científico, para ellos se ubicó el problema a resolver siguiendo la siguiente secuencia:

Formulación del problema de investigación.

Formulación de objetivos

Marco teórico

Trabajo de campo

Resultados del desarrollo de la investigación

Discusión de los resultados, observaciones

Conclusiones y recomendaciones

Bibliografía

Universo y muestra de la investigación.

Universo.

El universo tiene como requisito contar con características similares al material en estudio (Hernández *et al* 1997), por lo tanto, la población en esta investigación son los vehículos que transitan por las avenidas mencionadas para el estudio.

Muestra.

La muestra fue determinar cuántos y que tipo de vehículos transitan por la avenida mejorada, también es importante realizar el registro cada semana y si las horas de transito son fijos cada día o al azar.

Técnicas e instrumentos de la recolección de datos.

Técnicas.

Se realizaron registros del índice medio vehicular durante dos semanas, y se clasifico por tipo:

Vehículos dos ruedas.

Vehículos de tres ruedas

Vehículos de cuatro (4) y de carga pesada.

Vehículos de cuatro (4) y de carga liviana.

Instrumentos.

Los instrumentos utilizados en la ejecución de esta investigación fueron los siguientes:

Historia de las avenidas en estudio.

Registros de campo.

Libreta de campo.

Cámara Fotográfica.

Análisis Documental.

Desde la redacción del proyecto se revisó toda la documentación, relacionada con la investigación, también se tuvo en cuenta las diversas leyes que regulan el mejoramiento de calles y avenidas en el País.

Justificación e importancia de la investigación.

Justificación.

Existe muy poca bibliografía para consulta en nuestro medio acerca de la temática y sobre todo dadas las condiciones climáticas y geográficas del distrito. La elaboración del proyecto fue en concordancia con la política en lo que concierne a proyectos de desarrollo local. Siendo que la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo, tuvo proyectado a través de su presupuesto del año 2,017, el financiamiento de la Pavimentación de la Av. Miraflores y la Av. Circunvalación J.F. Kennedy, Aprobado con Informe N° 007-2014-MPCP-GPPR-SGPI-EV-MUH, donde se recomienda declarar la viabilidad en cumplimiento al artículo 8º, funciones y responsabilidades de la oficina de programación multianual de inversiones numeral 8.1, literal h. incluido obras civiles, estudios, difusión y promoción de obras, supervisión, con IGV, para continuar con la Fase de Inversión.

Importancia.

La investigación sobre la evaluación del mejoramiento de las avenidas en estudio es de importancia social por los problemas que causa el carecimiento de vías pavimentadas lo cual dificulta el libre acceso por parte del parque automotor, se encuentran colchones de material removido y le falta un sistema de drenaje adecuado hacen que la zona en estudio sufra constantes inundaciones en las épocas de invierno, siendo de vital

importancia la construcción de canaletas cuyas secciones hidrológicas posean una área de evacuación acorde a las fuertes lluvias de la zona.

El deficiente drenaje y alcantarillado hace que en la zona existan roedores portadores de múltiples enfermedades; todo lo antes expuesto resalta la importancia que se realice el mejoramiento de esta importante vía.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Antecedentes de la investigación.

Antecedentes nacionales.

SEACE (2,012), en el resumen ejecutivo del Proyecto: *“Ampliación de pavimento rígido y veredas en la localidad de Sauce pampa – Santa Cruz - Cajamarca”*; menciona que durante los últimos diez años, el Gobierno Central a través del Ministerio de Vivienda y Construcción está implementando políticas agresivas de inversión para el embellecimiento urbano de las diferentes departamentos más pobres del país; iniciándose también una etapa de inquietud en los gobiernos regionales y locales por mejorar el ornato de sus ciudades a través de presupuestos del gobierno central como parques veredas y otros para permitir incrementar la calidad de vida de la población urbana y rural.

Becerra-Salas (2,013), en su tesis para optar el grado de magister en Ingeniería civil denominado *“Comparación técnico económica de las alternativas de pavimentación flexible y rígida a nivel de costo de inversión”*. Lima, junio de 2013; en lo que respecta a evaluación de resultados, a partir del análisis desarrollado en los capítulos anteriores, la comparación entre pavimentos de asfalto y de concreto permite concluir:

- Ambas alternativas de pavimentación presentan buenos resultados, sin embargo, la brecha de conocimientos y tecnológica hace que no se aprovechen las ventajas de los pavimentos rígidos.
- Para afrontar los retos futuros, se requiere un trabajo de capacitación y generación de data de largo plazo.
- Los pavimentos de concreto, para condiciones de suelo con CBR de 3% (malo), son más económicos.
- Los pavimentos de asfalto, para condiciones de suelo con CBR de 25% (buenos), son más económicos.
- Los pavimentos de concreto con suelos con CBR del orden de 10% presentan costos similares a los de asfalto.
- En general, la variación de costos para pavimentos equivalentes, diseñados con AASHTO 93 y construidos con tecnologías equivalentes, está por el orden de más o menos 20% dependiendo de las condiciones de suelo y tránsito.

- Esta comparación se limita sólo a los costos de construcción para pavimentos equivalentes de asfalto y concreto, por lo que sería interesante que otra tesis posterior analice los resultados en el ciclo de vida.

ASOCEM (2,016), *la Asociación de Productores de Cemento del Perú*, en un artículo *periodístico*, señala que, por los años 1,865 se construyó el primer pavimento de concreto en Inverness, Escocia, a orillas del Lago Ness y algunos años después en 1,920 en El Salvador, 1,922 en la Av. Venezuela en Lima – Perú, en 1,928 en Colombia, y en 1,940 en Brasil y así sucesivamente, hasta en la actualidad. Una obra importante hasta el día de hoy es la Vía Expresa de Lima. Obras que han perdurado por los años y han demostrado la alta durabilidad del concreto como alternativa para pavimento.

También, este mismo autor afirma que el pavimento rígido es una alternativa para el mejoramiento de calles y avenidas por ofrecer mayores ventajas competitivas frente a otros tipos de pavimentos, y una de las ventajas y tal vez, la más importante es que hoy en día el costo de hacer una pavimentación en concreto puede ser tan igual que construir en asfalto, para el costo inicial de obra, tomando las consideraciones, recomendaciones y correctas practicas constructivas de nuestras normas y manuales. A esto se debe agregar los bajos costos de operación y mantenimiento, lo que da como resultado un ahorro de inversión total a valor presente estimando en 30 años del 30% a 40% menos respecto del asfalto. También, menciona algunas ventajas del pavimento rígido que a continuación se detalla:

Se evitan interrupciones de tránsito por trabajos de mantenimiento.

30% mayor iluminancia que en superficies de asfalto.

Menor generación de calor.

Resistente al ataque de hidrocarburos.

Resistente al fuego.

Menor agresión ambiental.

Menor huella de carbono.

Menor consumo de combustible (aproximadamente el 4% según estudios del MIT).

Mejor estabilidad del IRI (Índice de Regularidad).

Mejor adherencia (Grip) bajo la lluvia, seguridad al hidroplaneo.

## 6.2. Bases teóricas.

El distrito de Callería forma parte de la provincia de Coronel Portillo, con su capital Pucallpa, departamento de Ucayali que se creó por Decreto Ley N° 23,099 del 18 de junio de 1,980, tiene una extensión de 102,410.55 Km<sup>2</sup>; esto representa el 7.97 % del territorio nacional. La investigación que se realizó tiene como bases teóricas de los tipos de pavimentos que se utilizan para realizar el mejoramiento de las vías y algunos factores que son necesarios definir para el diseño de los mismos que a continuación detallan:

### Definición de pavimento

Un pavimento es una estructura cuya finalidad es permitir el tránsito de vehículos y puede estar conformada por una o varias capas superpuestas. Las principales funciones que debe cumplir un pavimento son “proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito”. Además, debe ser resistente al desgaste debido a la abrasión producida por las llantas y tener buenas condiciones de drenaje.

En cuanto a la seguridad vial debe presentar una textura apropiada de acuerdo a la velocidad de circulación de los vehículos para mejorar la fricción, debe tener un color adecuado de tal manera que se eviten los reflejos y deslumbramientos. Con el fin de brindar comodidad a los usuarios, debe procurar tener regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal. También se debería tener en cuenta en el diseño medidas para disminuir el ruido de la rodadura. Como toda obra de infraestructura los factores de costo y de vida útil son muy importantes por lo que el pavimento debe ser durable y económico.

Existen varios tipos de pavimento; sin embargo, sólo se profundizará en dos por el alcance del presente trabajo: flexible y rígido.

### Tipos de pavimento

#### Pavimento flexible

Este tipo se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, las cuales generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acercan más a la subrasante. Esto se debe a que los esfuerzos que se producen por el tránsito van disminuyendo con



la profundidad y por razones económicas. La teoría que se utiliza para analizar su comportamiento es la teoría de capas de Burmister.

Las características fundamentales que debe cumplir un pavimento flexible son:

**Resistencia estructural:** el pavimento debe ser capaz de soportar las cargas debidas al tránsito de tal manera que el deterioro sea paulatino y que se cumpla el ciclo de vida definido en el proyecto.

La causa de falla en este tipo de pavimentos con mayor aceptación es los esfuerzos cortantes. Sin embargo, también se producen esfuerzos adicionales por la aceleración y frenado de los vehículos así como esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura al deformarse esta verticalmente debido a la carga que soporta. Asimismo, el pavimento se encuentra sometido a cargas actuantes repetitivas. Éstas afectan a largo plazo la resistencia de las capas de relativa rigidez, que en los pavimentos flexibles serían sobre todo las carpetas y bases estabilizadas, donde podrían ocurrir fenómenos de fatiga.

Además, la repetición de cargas puede causar la rotura de los granos del material granular modificando la resistencia de estas capas.

**Deformabilidad:** el nivel de deformación del pavimento se debe controlar debido a que es una de las principales causas de falla en la estructura y si la deformación es permanentemente, el pavimento deja de cumplir las funciones para las cuales fue construido. Se presentan dos clases de deformaciones en una vía: elásticas (recuperación instantánea) y plásticas (permanentes).

**Durabilidad:** una carretera que tenga un ciclo de vida prolongado en condiciones aceptables no sólo evita la necesidad de construcción nueva, sino también la molestia de los usuarios de la vía al interrumpir el tránsito.

**Costo:** se debe hallar un equilibrio entre el costo de construcción inicial y el mantenimiento al que tendrá que ser sometida la vía. Asimismo, influye la calidad y la disponibilidad de los materiales para la estructura.

**Requerimientos de la conservación:** las condiciones de drenaje y sub drenaje juegan un rol decisivo en el ciclo de vida del pavimento.

**Comodidad:** una carretera tiene que resultar cómoda para los usuarios.

## Estructura del pavimento flexible

Las capas que generalmente componen la estructura de un pavimento flexible son las siguientes:

**Carpeta asfáltica:** es la capa superficial de la estructura. Tiene tres funciones principales: servir como superficie de rodamiento uniforme y estable para permitir el tránsito, impermeabilizar la estructura para evitar en lo posible la percolación del agua al interior del pavimento y ser resistente a los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas.

**Base:** sirve como apoyo a la carpeta asfáltica y transmite los esfuerzos producidos por el tránsito a las capas inferiores en un nivel adecuado.

**Sub-base:** principalmente cumple con una función económica ya que permite la utilización de materiales de menor calidad en un porcentaje del espesor del pavimento. Entonces, dependiendo de la calidad y el costo del material disponible, se puede utilizar sólo base o sub-base y base. Con la construcción de la sub-base, puede ser que el espesor final de la capa sea mayor pero aun así resultar en un diseño más económico.

Además, puede servir como una capa de transición ya que actúa como un filtro que separa a la base de la subrasante impidiendo que los finos penetren en la primera y la dañen estructuralmente.

Esta capa ayuda a controlar los cambios volumétricos que podrían tomar lugar en la subrasante debido a cambios en su contenido de agua o a cambios de temperatura. De esta manera, las deformaciones serían absorbidas por la sub-base evitando que se reflejen en la carpeta asfáltica.

En cuanto a resistencia cumple la misma función que las capas superiores de transmitir los esfuerzos a la subrasante. Por último, a través de esta capa se puede drenar el agua e impedir la ascensión capilar.

Además, en la fase de construcción se pueden utilizar ciertos tratamientos como: la capa de sellado que se coloca encima de la carpeta asfáltica para impermeabilizar la superficie, el riego de liga y la capa de imprimación que sirven para asegurar la adherencia entre asfalto antiguo y nuevo en el primer caso, y entre el material granular y la mezcla asfáltica que se colocará encima en el segundo.

Desde que se comenzaron a construir pavimentos flexibles se han ido elaborando teorías y desarrollando mejoras para el diseño y el análisis de estas estructuras. Algunos de estos avances son mencionados por Huang (2,004). Los métodos de diseño pueden ser clasificados dentro de cinco categorías y se detallan a continuación:

Métodos empíricos: se caracterizan, como su nombre lo indica, por estar basados en datos recolectados de campo. Justamente esta característica resulta una desventaja en sí misma ya que el método sólo puede ser utilizado bajo las condiciones ambientales, de los materiales y de carga de las muestras originales. Los resultados no pueden ser extrapolados directamente y haría falta desarrollar un nuevo método para corregir este inconveniente.

Métodos para limitar la falla por corte: el objetivo de estos métodos es evitar que la falla por corte ocurra. Para esto se deben tener en cuenta principalmente las propiedades de cohesión y el ángulo interno de fricción del suelo de las diferentes capas del pavimento y de la subrasante. Este procedimiento ya no es tan popular debido a que con el incremento del volumen del tráfico y la mayor velocidad a la que llegan los vehículos se hace necesario brindar comodidad a los usuarios y no solo prevenir la falla por corte de los pavimentos.

Métodos para limitar las deformaciones: con estas técnicas se diseña el pavimento con un espesor que impida que se exceda el límite permisible de deflexiones verticales. La ventaja de utilizar deflexiones como criterio principal es que se pueden medir directamente en campo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que gran cantidad de pavimentos fallan por esfuerzos y tensiones mayores que los esperados y no por deflexiones.

Métodos de regresión basados en el desempeño de los pavimentos o en las pruebas de las carreteras: estos procedimientos se caracterizan por utilizar ecuaciones de regresión basadas en los resultados de pruebas de caminos existentes. No obstante, presenta la misma desventaja que el método empírico en que dichas ecuaciones sólo corresponden a las condiciones del lugar en que se encontraba la vía.

Métodos mecanísticos - empíricos: estos métodos incorporan la mecánica de materiales y los datos obtenidos del rendimiento en campo de los pavimentos. Mediante estas metodologías se llega a relacionar las sollicitaciones a las que se ve sometida la estructura con la respuesta de la misma, por ejemplo la carga de las llantas con los esfuerzos ocasionados.

Utilizando este procedimiento se ha podido incrementar la confiabilidad del diseño y predecir el tipo de desgaste o deterioro que podría presentar el pavimento. Asimismo, al contrario de otros métodos antes mencionados, se puede extrapolar a partir de los datos de ciertas zonas o condiciones en que se llevan a cabo pruebas a otras circunstancias.

Un hito importante en el desarrollo de los pavimentos flexibles fue la creación de los conceptos de serviciabilidad y confiabilidad, los cuales se explicarán más a detalle posteriormente en el capítulo de diseño.

### Pavimento rígido

El elemento estructural primordial en este tipo de pavimento consta de una losa de concreto que se apoya directamente en la subrasante o en una capa de material granular seleccionado denominada sub base.

La necesidad de utilizar la sub base surge sólo si la subrasante no tiene las condiciones necesarias como para resistir a la losa y las cargas sobre esta; es decir, que no actúe como un soporte adecuado. Una de las diferencias más saltantes entre los pavimentos flexibles y rígidos es la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito sobre ellos. Debido a que el concreto es mucho más rígido que la mezcla de asfalto, éste distribuye los esfuerzos en una zona mucho más amplia.

Del mismo modo, el concreto presenta un poco de resistencia a la tensión por lo que aún en zonas débiles de la subrasante su comportamiento es adecuado. Es por ello que la capacidad portante de un pavimento rígido recae en las losas en vez de en las capas subyacentes, las cuales ejercen poca influencia al momento del diseño.

Otra diferencia importante es la existencia de juntas en los pavimentos rígidos, las que no se presentan en los flexibles. Es así como la teoría de análisis que se utiliza para la primera clase de pavimento es la teoría de placa o plancha en lugar de la teoría de capas utilizada para los caminos asfaltados.

La resistencia del concreto utilizada usualmente es alta, entre 200 y 400 kg/cm<sup>2</sup>. Por su parte las losas pueden ser de concreto simple, reforzado o pre esforzado.

Otro autor clasifica los pavimentos rígidos de la siguiente manera:

Pavimento articulado de concreto simple o Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP): es la solución más económica con juntas espaciadas de manera cercana.

Pavimento articulado de concreto reforzado o Jointed Reinforced Concrete Pavement (JRCP): si bien el refuerzo no aumenta la capacidad portante de la estructura, si permite espaciar las juntas un poco más. Asimismo, análogamente a otra estructura de concreto reforzado como una viga, el acero puede mantener el concreto unido en caso se produzca una grieta o rotura.

Pavimento continuo de concreto reforzado o Continuous Reinforced Concrete Pavement (CRCP): con esta clase se pueden eliminar las juntas transversales pero el espesor de la losa es igual al de los dos tipos antes mencionados (JPCP y JRCP).

Pavimento de concreto pre reforzado o Pre stressed Concrete Pavement (PCP): al ser aplicada un pre compresión, los esfuerzos de tensión o tracción disminuyen cuando la estructura es sometida a cargas. Por lo tanto, la probabilidad de agrietamiento es menor y también se puede utilizar un menor número de juntas transversales.

No obstante, no es una solución ni muy económica ni muy práctica si se tiene en cuenta el enorme trabajo que implica la etapa de construcción.

Son dos las capas que forman parte de un pavimento rígido, la sub base y la losa de concreto, y sus funciones se detallan a continuación:

Sub base o base: los distintos autores citados en el presente documento concuerdan en que las funciones de la sub base deberían ser las siguientes:

Servir como apoyo uniforme a la losa.

Control de bombeo: se debe tratar de evitar el bombeo, eyección de agua con suelo (mayormente finos), a través de las juntas, grietas y extremos del pavimento. El agua proviene de la infiltración por medio de las juntas, luego por acción de los movimientos repetitivos de la losa, por las pesadas cargas axiales del tránsito, los finos se van segregando y se licúan para posteriormente salir a la superficie.

Para que ocurra el bombeo se necesita que el suelo se encuentre saturado, por ello contar con un adecuado sistema de drenaje es una de las medidas más eficientes para contrarrestar ese efecto.

Mejorar el drenaje: otra opción a la situación descrita en el párrafo anterior es el uso de la sub-base para elevar el pavimento en caso la napa freática se encuentre muy superficial. Además utilizar material uniformemente gradado para que conforme la capa, permitiría que el agua sea drenada rápidamente evitando la acumulación.

Reducir las consecuencias del congelamiento de los suelos: el limo es más susceptible al congelamiento que la arcilla por lo que habría que limitar el porcentaje existente en la sub-base. Para que se produzca congelamiento debe haber una fuente continua de agua, entonces si la napa freática se encuentra muy cercana a la sub-base se podría optar por deprimirla.

Controlar los cambios de volumen de la subrasante y disminuir los efectos que tales cambios puedan producir en la superficie.

Aumentar un poco la capacidad portante del suelo de la subrasante.

Facilitar la construcción: la sub base se puede usar como plataforma para el paso de los equipos pesados de construcción.

Losa de concreto: sus funciones son similares a las de la carpeta asfáltica además de soportar y transmitir adecuadamente los esfuerzos provenientes de la superficie a las capas inferiores.

El principal criterio de diseño de un pavimento rígido considerado hasta hoy es el esfuerzo debido a la flexión. Los primeros diseños consideraban que el esfuerzo debido a cargas en las esquinas de la losa era el más crítico. No obstante, ahora es el esfuerzo en los extremos de la losa, debido a las cargas en el borde, el que se considera más crítico. Al igual que en los pavimentos flexibles, también en los rígidos se desarrollaron diversos métodos de análisis y diseño. Seguidamente se nombran algunos de ellos:

Soluciones analíticas: son tres, la fórmula de Goldbeck, el análisis de Westergaard basado en fundaciones o cimientos líquidos y el análisis de Pickett basado en cimientos sólidos. La primera considera al pavimento como una viga con una cara concentrada en la esquina.

La segunda asume que la presión reactiva entre la losa y la subrasante en un punto es proporcional a la deflexión en ese mismo punto, así como que la losa y la capa inferior se encuentran en contacto pleno. El método de la PCA se basa en este análisis.

Por último, el análisis de Pickett desarrolló soluciones teóricas en las cuales las losas de concreto se desenvolvían en un medio-espacio elástico.

Soluciones numéricas: en las soluciones analíticas se asumió que la losa y la capa adyacente se encontraban en contacto total pero en la realidad este hecho no se cumple. Por ende, se desarrollaron métodos de elementos discretos y de elementos finitos. Debido a que el comportamiento o la respuesta del pavimento no siempre se podrán predecir con total seguridad a partir de resultados teóricos fue necesario recopilar y cotejar con datos reales de desempeño. Es así como se reconoció lo siguiente:

Fatiga del concreto: un esfuerzo de flexión repetido no causa necesariamente la ruptura del concreto siempre y cuando no se exceda el cincuenta por ciento del módulo de ruptura.

Bombeo: con el incremento del tráfico en las carreteras, se hizo evidente el importante rol que desempeñaba el tipo de subrasante que existía bajo el pavimento para su funcionamiento. Es así como se determinó que el uso de material granular como base ayudaba a contrarrestar el bombeo.

En resumen el espesor y tipo de pavimento dependerá fundamentalmente de dos aspectos: las cargas y las sollicitaciones climáticas a las que se verá sometido y al material que compone el suelo donde se va a asentar.

Datos necesarios para el estudio

Aunque algunas metodologías pueden variar entre sí, los siguientes factores son necesarios para el diseño del pavimento en la mayoría de ellas:

- a. Estudios de tráfico
  - b. Estudios de mecánica de suelos
  - c. Estudios hidrológicos-pluviométricos
  - d. Estudios de canteras y fuentes de agua
- a. Estudios de tráfico

Uno de los aspectos más importantes, si no el determinante para el diseño es determinar el flujo de vehículos; es decir, qué tipo de vehículos transitan por la zona a analizar, según la clasificación del Reglamento Nacional de Vehículos , y con qué frecuencia lo hacen.

Asimismo, una vez obtenida esta información es necesario estimar una tasa de crecimiento para proyectar cuál será el flujo de vehículos dentro de los años que contemplará el diseño.

Este flujo vehicular se expresa utilizando un parámetro conocido como ESAL (Equivalent Single Axle Load) o carga equivalente de eje simple, que considera un eje simple equivalente de 18 kips. Este valor representa el efecto dañino que producen los vehículos sobre el pavimento. O el valor del consumo de fatiga y el daño por erosión en el caso de la metodología de la PCA.

## Clasificación de los vehículos

Según el Decreto Supremo N° 058-2003-MTC.Reglamento Nacional de Vehículos, estos se clasifican según la cantidad y el tipo de ejes que lo componen (simple, tándem o trídem), además, del peso máximo permitido para cada uno de ellos. El peso bruto vehicular máximo permitido es de 48 toneladas. Asimismo, el máximo peso permitido por eje es:

Eje simple: 7 toneladas de rueda simple y 11 toneladas de rueda doble.

Eje tándem: 12, 16 y 18 toneladas.

Eje trídem: 16, 23 y 25 toneladas.

Con esta clasificación se determina el tipo de vehículo que transita por la zona de acuerdo al tipo de ejes que lo conforman y a la cantidad de ellos. Esto es importante porque dependiendo del peso que cargue cada eje se le asignará un factor destructivo sobre la vía dependiendo del tipo de pavimento a utilizar.

## Estimación de la tasa de crecimiento

Se requiere de datos históricos que ayuden a tener una idea de cómo va aumentando la cantidad de vehículos que transitan por esa carretera. Depende de las actividades de la zona, del crecimiento poblacional, etc.

## Factores destructivos

Para hallar el número de ejes equivalentes que se presentan en el tramo, primero se debe uniformizar los tipos de vehículos que circulan bajo un mismo estándar. Dicho estándar está representado por el factor equivalente de carga por eje, teniendo como base los ejes de 18 kip u 80 kN. Este factor es el denominado factor destructivo.

Cada eje que conforma algún vehículo tiene un peso que puede ser igual o diferente a la carga estándar. Para el caso de nuestra Norma, todos son diferentes por lo que resulta necesaria la aplicación de factores.

Por otro lado, dependiendo del tipo de pavimento a utilizar, existen dos ecuaciones diferentes para estimar estos factores. Si el pavimento es flexible se utilizarán los valores proporcionados por el Instituto del Asfalto, en cambio sí es rígido se utilizarán los de la AASHTO.



## 7. TRABAJO DE CAMPO

### a) Proyección del tráfico

Una vez obtenidos el tránsito medio diario anual (AADT) de la zona, la tasa de crecimiento (r) y los factores de carga equivalente para cada eje en cada vehículo, se procede a establecer los parámetros de diseño. Estos son:

Factor de distribución direccional (D)

Factor de distribución de carril (L)

Período de diseño (Y)

Factor de crecimiento (G)

### b) Estudios de mecánica de suelos

Estos ensayos son necesarios para caracterizar el material granular que servirá como base o sub base. Asimismo, para hallar uno de los parámetros de diseño más importantes, el módulo de resiliencia de la subrasante, se puede realizar una correlación en base al CBR del terreno natural.

Ensayo de granulometría

Los ensayos de granulometría en el material del terreno natural o subrasante, así como en el material de las canteras que será utilizado como base o sub base, debe estar de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) del MTC se debe cumplir con una granulometría específica para que el agregado sea considerado aceptable. Más adelante se detallará más sobre estos requisitos.

Límites de Atterberg

Permite conocer las propiedades del material tales como su límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad en el caso de suelos cohesivos.

Ensayo de compactación Proctor modificado (Método C)

El ensayo Proctor modificado por el método C, que aplica 56 golpes por capa de suelo (5 capas) a una muestra dentro de un molde de tamaño estándar. El objetivo del ensayo es determinar la máxima densidad seca a la que puede llegar el material y el contenido de humedad óptimo que permita aquella condición. Este ensayo se encuentra normado en la Norma MTC E 115.

## Ensayo de valor de soporte de California o CBR

Este ensayo compara el comportamiento de un suelo determinado con el de una roca chancada de calidad estándar. Se aplica carga sobre la muestra compactada previamente mediante el ensayo Proctor, así como saturada en agua por 4 días y se va registrando la carga necesaria para producir penetración en el material en intervalos de 0.1" hasta 0.5". Una vez obtenido el valor de carga necesaria para producir 0.1" y 0.2" para todas las muestras compactadas a diferentes densidades, se procede a dividirlo entre 1000 psi en el primer caso y 1500 psi en el segundo caso.

Esta cantidad se expresa en porcentaje y representa el CBR del suelo. Luego para la densidad requerida se elige el mayor valor de CBR entre el de 0.1" y el de 0.2", el cual será el CBR de diseño. En este caso la máxima densidad seca requerida es 95%. Este ensayo se encuentra normado en la Norma MTC E 132.

### c) Estudios hidrológicos-pluviométricos

La información necesaria es la precipitación media diaria de la estación seleccionada registrada todos los días durante varios años para poder tener un registro confiable.

Estos datos son importantes para determinar el coeficiente de drenaje (Cd) necesario en la metodología de la AASHTO para pavimentos rígidos o para hallar el valor de ( $m_i$ ), que modifica los coeficientes estructurales de las capas en los pavimentos flexibles.

Asimismo, se puede obtener la temperatura promedio del aire durante el año. Esta sería el parámetro del Mean Annual Air Temperature (MAAT) requerido para elegir el gráfico correspondiente y hallar el espesor de la carpeta asfáltica en la metodología del Instituto del Asfalto.

### d) Estudios de canteras y fuentes de agua

Otro aspecto a tomar en cuenta es el tipo de material que se encuentra disponible en la zona porque de ello dependerá la capacidad de soporte de las capas granulares y por tanto, del pavimento como estructura. Las especificaciones que debe cumplir el material granular son muchas pero dos de las más importantes son la granulometría y el CBR mínimo. En cuanto a las fuentes de agua, se debe tener en consideración la cantidad de sulfatos, sólidos en suspensión y el pH del agua.

### Marco Conceptual.

Se tuvo en cuenta el marco teórico que sustenta la investigación científica en todos sus conceptos claros para el logro del problema central, como es la evaluación del

mejoramiento de esta importante avenida en el tramo 1, que beneficiara la transitabilidad de vehículos y peatones.

El método científico favorece al alcance de los objetivos, para ello aplicamos una lógica básica que emplea el juicio de la búsqueda de la información y procedimiento de investigación.

Se conoce los conceptos adquiridos en las aulas, otorgados por la carrera de ingeniería civil de la Universidad Alas Peruanas, filial Pucallpa y que esto contribuirá con una mejor calidad de vidas de los que transitan estas importantes vías.

Definición de términos Básicos.

Base: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub base o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

Bench Mark (BM): Referencia topográfica de coordenada y altimetría de un punto marcado en el terreno, destinado a servir como control de la elaboración y replanteo de los planos de un proyecto vial.

Cantera: Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

Construcción: Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

Estudio de suelos: Documento técnico que engloba el conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las solicitaciones de carga.

Levantamiento topográfico: Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

Mejoramiento: Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y de la estructura del pavimento; así como la construcción y/o adecuación de los puentes, túneles, obras de drenaje, muros, y señalizaciones necesarias.

Napa freática: Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.

Pavimento: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura.

Pavimento flexible: Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivo.

Pavimento rígido: Constituido por cemento Pórtland como aglomerante, agregado y de ser el caso aditivo.

## **8. RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **8.1 Resultados.**

#### Resultados de Estudios Topográficos.

Inicialmente se realizó un reconocimiento del terreno, para tener un conocimiento más real del alcance del levantamiento en sí, con la finalidad de evaluar el área de influencia del Proyecto de tal manera que permita identificar los puntos más cercanos de las líneas de alta tensión, la identificación de las redes de agua y desagüe existentes, presencia de Caños naturales, alcantarillas, etc. Previo al trabajo topográfico se realizaron trabajos de limpieza de las calles, alcantarilla y caños existentes, perímetro de la propiedad y las quebradas existentes.

Se determinaron hitos de referencia para el inicio de los trabajos. Estos hitos conocidos como “bench mark” estipulados como BM-1, BM-2, BM-4, BM-5, BM-6, BM-7, BM-8, BM-9, BM-10, BM-11, BM-12 que fueron ubicados en el desarrollo de levantamiento topográfico y servirán como referencia para el replanteo durante el proceso de cualquier construcción.

El levantamiento topográfico:

Se entiende por levantamiento Topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno levantado, el área y volúmenes de tierra cuando así se requiera; lo resumen como “el proceso de medir, calcular y dibujar para determinar la posición relativa de los puntos que conforman una extensión de tierra”.

En los últimos años, la aparición de los levantamientos por satélite que pueden ser operados de día o de noche, incluso con lluvia y que no requiere de líneas de visual libres entre estaciones, ha representado un gran avance respecto a los procedimientos de levantamientos convencionales, que se basan en la medición de ángulos y distancias para la determinación de posiciones de puntos.

La aparición de nuevas tecnologías persigue prioritariamente mejorar la captura y registro de datos como es el caso de las libretas electrónicas que permite transformar esos datos en información en formatos digitales y gráficos. Aun cuando las Nuevas tecnologías han impactado en el cómo se capturan y se procesan los datos, el conjunto de las actividades que contempla el levantamiento topográfico puede discriminarse en

las mismas etapas que la topografía clásica tradicionalmente ha considerado, entre las que se puede mencionar la selección de equipos, planificación, señalización y captura de datos.

Implico ubicar zonas donde se tiene la presencia de cursos de aguas pluviales, por lo que se levantó la zona que corresponde a alcantarillas, sobresaliendo una principal.

Al obtener la información de campo se continuó con los trabajos correspondientes al procesamiento de datos. Para ello, se procede a extraer de los archivos descargados de la estación total, las coordenadas UTM concernientes a la poligonal trazada, con el fin de realizar el cálculo y ajuste de la misma en otro programa.

Para la elaboración del plano se generó una nube de puntos, que es la posición verdadera que tienen todos y cada uno de los puntos tomados en campo, a partir del archivo de texto obtenido en el procesamiento de coordenadas. Estos datos se clasifican de acuerdo a la descripción de los puntos en un procesador de texto o una hoja de cálculo y se cargan en un programa de dibujo, en este caso AutoCAD Civil 3D 2012.

Ya en AutoCAD Civil 3D, se procede a la interpretación de las carteras de campo, uniendo mediante líneas y/o convenciones los puntos de acuerdo a los esquemas dibujados en las carteras. Este procedimiento se realiza hasta unir de forma consistente todos los puntos.

Los planos topográficos se realizaron a la escala 1:250, para la observación precisa y sin distorsión de los detalles levantados. La información se guarda en medio magnético, lista para ser impresa a color y con las dimensiones adecuadas. El resultado será planos pre definitivos, los cuales pasan a un control interno para su verificación. Una vez hecho el control de calidad se generó un plano definitivo para la presentación definitiva de la información.

El levantamiento Topográfico el proceso de los datos de campo, permitió definir el relieve del terreno como ondulado, con pendientes de hasta 5.97%.

Se preparó dos planos topográficos en Planta a Escala 1/250 con curvas de nivel cada 0.20.m y curvas madres cada 0.6m. El cual permite visualizar en forma precisa el relieve o la forma del terreno.

Relación de Bench Marck.

Con la finalidad de realizar un replanteo para verificar datos y procesos constructivos se ubicó en campo 12 hitos. Estas marcas e hitos de referencias son conocidos como BMs. (Cuadro N° 01)

### Cuadro N° 01: Marca de hitos

Relación de estaciones

RELACIÓN DE BENCH MARCK					
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
1	547576.495	9074342.623	155.943	BM-01	Av. Miraflores con Av. Arborización
2	547576.978	9074324.468	155.835	BM-02	Av. Miraflores con Av. Arborización
3	547597.586	9074300.125	156.055	BM-03	Av. Miraflores con Av. Arborización
4	548894.664	9074646.438	154.24	BM-04	Av. Miraflores con Jr. José Sánchez Carrión
5	548911.675	9074630.470	154.677	BM-05	Av. Miraflores con Jr. José Sánchez Carrión

Los estecillos jalones se ubicaron en puntos estratégicos para poder realizar el barrido o lectura de puntos topográficos en forma radial, el objetivo fue trabajar con la menor cantidad de estaciones para evitar errores humanos a la hora de instalar el equipo en una estación. El criterio es trabajar con precisión milimétrica, obtener resultados exactos, para obtener errores mínimos.

La estación con sus respectivas coordenadas UTM es la que se muestran a continuación. (Cuadro N° 02)

**Cuadro N° 02: Estación con sus respectivas coordenadas**

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9074299.040	547540.040	155.490	E-1
2	9074298.830	547559.780	155.590	E-2
3	9074313.000	547620.100	155.870	E-3
4	9074327.440	547665.630	156.440	E-4
5	9074347.410	547730.140	156.430	E-5
6	9074355.200	547766.000	156.290	E-6
7	9074379.710	547858.480	155.680	E-7
8	9074398.940	547962.730	155.370	E-8
9	9074398.850	547986.800	155.450	E-9
10	9074420.290	548002.360	155.650	E-10
11	9074428.160	548036.900	155.650	E-11

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
12	9074457.730	548144.630	156.390	E-12
13	9074481.070	548217.240	156.660	E-13
14	9074488.240	548266.320	156.780	E-14
15	9074516.110	548370.920	155.910	E-15
16	9074524.310	548469.980	154.350	E-16
17	548536.380	9074545.140	153.450	E-17
18	9074563.020	548583.660	154.180	E-18
19	9074559.830	548626.730	154.660	E-19
20	9074581.330	548685.860	152.760	E-20
21	9074589.190	548736.480	152.160	E-21
22	9074633.220	548903.850	154.230	E-22
23	9074654.310	548954.930	154.880	E-23
24	9074675.800	548998.140	155.120	E-24
25	9074699.550	549092.350	152.460	E-25
26	9074698.150	549106.240	152.700	E-26
27	9074700.770	549120.740	153.370	E-27
28	9074718.160	549205.350	155.150	E-28
29	9074649.690	549221.480	152.100	E-29
30	9074596.960	549232.150	151.410	E-30



31	9074610.210	549063.330	156.110	E-31
32	9074613.020	549058.220	156.270	E-32
33	9074731.580	549262.430	155.150	E-33
34	9074365.650	547763.590	156.420	E-34
35	9074745.190	549288.660	155.380	E-35
36	9074767.690	549376.980	155.220	E-36
37	9074769.640	549447.210	154.950	E-37
38	9074793.770	549554.310	152.480	E-38
39	9074810.490	549614.550	151.930	E-39
40	9074811.140	549660.870	150.140	E-40
41	9074639.140	549707.720	147.580	E-41
42	9074643.660	549628.060	147.200	E-42
43	9074637.340	549566.830	148.080	E-43
44	9074636.640	549396.280	148.130	E-44
45	9074623.160	549313.790	148.890	E-45
46	9074825.750	549664.070	151.020	E-46
47	9074838.420	549703.500	151.780	E-47
48	9074850.680	549739.210	153.590	E-48
49	9074869.100	549778.410	152.980	E-49
50	9074874.840	549827.850	150.410	E-50
51	9074894.970	549879.490	148.000	E-51
52	9074909.280	549924.510	148.060	E-52

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
53	9074974.770	549888.380	147.900	E-53
54	9074933.360	549805.250	151.570	E-54
55	9074913.250	549943.810	148.100	E-55
56	9074931.430	549965.170	148.190	E-56
57	9074924.970	549991.160	148.120	E-57
58	9074937.890	550018.880	148.380	E-58
59	9074953.190	550067.680	148.730	E-59
60	9074966.900	550111.800	148.730	E-60
61	9074972.940	550151.150	148.590	E-61
62	9074985.840	550174.790	148.680	E-62
63	9074992.940	550206.800	148.280	E-63

64	9075004.590	550295.920	148.120	E-64
65	9075013.080	550340.870	147.820	E-65
66	9075046.530	550369.390	148.010	E-66
67	9075069.870	550393.850	149.440	E-67
68	9075096.790	550420.080	149.590	E-68
69	9075128.640	550449.660	149.650	E-69
70	9075167.130	550477.180	148.130	E-70
71	9075182.780	550492.460	147.660	E-71
72	9075116.920	550597.190	150.150	E-72
73	9075063.370	550554.340	150.400	E-73
74	9074998.780	550496.640	148.160	E-74
75	9074938.930	550444.530	147.570	E-75

#### Relación de Cierre de Poligonales

El cierre de poligonales se realizó para la comprobación de los errores tanto en este, norte y la cota sobre el nivel del mar. Dentro del levantamiento topográfico realizado se logró hacer 4 cierres.

El primer cierre tiene un recorrido de 670.948m y un área de 20,623.372 m<sup>2</sup> que se encuentra ubicada entre Av. Miraflores, Jr. José Sánchez Carrión y Pasaje Panamá. Segundo cierre tiene un recorrido de 968.168m y un área de 56 772.867 m<sup>2</sup> que se encuentra ubicado entre Av. Miraflores, Jr. Los Libertadores, Indo Americano y Jr. México. El tercer cierre tiene un recorrido de 230.349m y un área de 6 684.512 m<sup>2</sup>, que se encuentra ubicado entre Av. Miraflores, Jr. Los Pinos, Calle los Claveles y Jr. Cahuide. El cuarto cierre tiene un recorrido de 713.575m y un área de 28 691.816m<sup>2</sup>, se encuentra ubicado entre Av. Circunvalación, Jr. Comandante Suarez, Jr. Manuel Scorza y Jr. Cesar Calvo Araujo.

#### Poligonal N° 01

Los Cálculos de Errores permitido en un levantamiento topográfico Error lineal de cierre:

$$Error\ lineal = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

La precisión lineal de cierre, se expresa como el número de unidades medidas para cometer un error de 1 unidad. Esta se define como la relación entre el perímetro de la poligonal y el error lineal de cierre.

Una precisión aceptable para un levantamiento de alta precisión para trabajo en ciudad debe estar por encima de 1:5000.

$$Precision = \frac{Prerimetro}{Error\ lienal}$$

Error permitido en cota:

$$Error\ cota\ permitida = 0.02\sqrt{L}$$

La longitud recorrida está en unidad de Kilometro.

**Cuadro N° 03: Poligonal Cerrado 01.**

POLIGONAL CERRADO 01				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	549205.3517	9074718.1560	155.1480	E-28
2	549106.2446	9074698.1510	152.7030	E-27
3	549092.3507	9074699.5490	152.4630	E-26
4	549071.5699	9074694.4870	152.7680	E-25
5	548998.1389	9074675.7970	155.1180	E-24
6	548954.9290	9074654.3050	154.8760	E-23
7	549058.2172	9074613.0160	156.2710	E-32
8	549232.1523	9074596.9630	151.4080	E-30
9	549063.3277	549063.3277	156.1110	E-31
10	549221.4775	9074649.6900	152.1030	E-29
11	549205.3713	9074718.0730	155.1450	EC-28
ERROR CIERRE	0.0196	-0.0830	-0.0030	

Error lineal de cierre:

$$Error = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 0.085m$$

Una precisión aceptable para un levantamiento de alta precisión para trabajo en ciudad debe estar por encima de 1:5000. Por lo que el levantamiento cumple.

$$Precision = \frac{Prerimetro}{Error\ lienal} = \frac{7\ 867.329}{5\ 000} > 1.574658 \text{ Esta dentro de lo permitido}$$

Error permitido en cota:

$$L = 670.948 \text{ m} = 0.670948 \text{ km}$$

$$\text{Error cota permitida} = 0.02\sqrt{L} = 0.016\text{m} = 1.6\text{cm}$$

Error del polígono 01=-0.003m = 0.3cm Esta dentro de lo permitido

**Cuadro N° 04: Poligonal Cerrado N° 02.**

POLIGONAL CERRADO 02				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	549283.865	9074731.606	154.076	E-34
2	549262.431	9074731.577	155.148	E-35
3	549376.979	9074767.691	155.218	E-36
4	549447.207	9074769.642	154.949	E-37
5	549554.313	549554.313	152.480	E-38
6	549614.553	9074810.492	151.928	E-39
7	549660.867	9074811.137	150.144	E-40
8	549707.723	9074639.140	147.577	E-41
9	549628.063	9074643.659	147.200	E-42
10	549566.826	9074637.336	148.077	E-43
11	549396.285	549396.285	148.128	E-44
12	549313.794	9074623.159	148.895	E-45
13	549283.829	9074731.469	154.088	EC-34
ERROR CIERRE	-0.037	-0.137	0.012	

Error lineal de cierre:

$$\text{Error} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 0.142\text{m}$$

Una precisión aceptable para un levantamiento de alta precisión para trabajo en ciudad debe estar por encima de 1:5000. Por lo que el levantamiento cumple.

$$\text{Precision} = \frac{\text{Perimetro}}{\text{Error lineal}} = 6\ 828.718 > 5\ 000$$

Error permitido en cota:

$$L = 968.168 \text{ m} = 0.968168 \text{ km}$$

$$\text{Error cota permitida} = 0.02\sqrt{L} = 0.020\text{m} = 2.0\text{cm}$$

Error del polígono 02 = -0.012m = 1.2cm      Esta dentro de lo permitido

**Cuadro N° 05: Poligonal Cerrado N° 03.**

POLIGONAL CERRADO 03				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	549827.848	9074874.839	150.406	E-50
2	549879.490	9074894.971	147.995	E-51
3	549924.514	9074909.278	148.062	E-52
4	549888.375	9074974.765	147.904	E-53
5	549805.254	9074933.356	151.575	E-54
6	549827.854	9074874.884	150.414	EC-50
ERROR CIERRE	0.006	0.045	0.008	

Error lineal de cierre:

$$\text{Error} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 0.045\text{m}$$

Una precisión aceptable para un levantamiento de alta precisión para trabajo en ciudad debe estar por encima de 1:5000. Por lo que el levantamiento cumple.

$$\text{Precision} = \frac{\text{Perimetro}}{\text{Error lineal}} = 5\,070.963 > 5\,000 \quad \text{Esta dentro de lo permitido}$$

Error permitido en cota:

$$L = 230.349 \text{ m} = 0.230349 \text{ km}$$

$$\text{Error cota permitida} = 0.02\sqrt{L} = 0.010\text{m} = 1.0\text{cm}$$

Error del polígono 03 = -0.008m = 0.8 cm      Esta dentro de lo permitido

Cuadro N°: 06. Poligonal Cerrado N° 04

POLIGONAL CERRADO 04				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	550340.873	9075013.084	147.822	E-65
2	550369.392	9075046.533	148.014	E-66
3	550393.853	9075069.872	149.441	E-67
4	550420.081	9075096.794	149.591	E-68
5	550449.660	9075128.641	149.650	E-69
6	550477.176	9075167.127	148.126	E-70
7	550492.461	9075182.784	147.658	E-71
8	550492.461	9075182.784	147.658	E-72
9	550597.192	9075116.924	150.149	E-73
10	550554.339	9075063.369	150.397	E-74
11	550496.638	9074998.783	148.159	E-75
12	550444.529	9074938.926	148.159	E-76
13	550340.944	9075012.965	147.835	EC-65
ERROR CIERRE	0.071	-0.119	0.013	

Error lineal de cierre:

$$Error = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 0.139 \text{ m}$$

Una precisión aceptable para un levantamiento de alta precisión para trabajo en ciudad debe estar por encima de 1:5000. Por lo que el levantamiento cumple.

$$Precision = \frac{Perimetro}{Error\ lineal} = 5\ 147.179 > 5\ 000 \text{ Esta dentro de lo permitido}$$

Error permitido en cota:

$$L = 713.575 \text{ m} = 0.713575 \text{ km}$$

$$Error\ cota\ permitida = 0.02\sqrt{L} = 0.017\text{m} = 1.7\text{cm}$$

Error del polígono 04 = -0.013m = 1.3 cm, está dentro de lo permitido.

Se trabajó sobre un recorrido de 3,090.514 m. Se Inició el trabajo en la intersección del Av. Arborización con Av. Miraflores donde se encuentra la estación E-01, para luego

avanzar por todo la Av. Miraflores teniendo en total 75 estaciones que capturaron una lluvia de puntos en donde se proyectara el mejoramiento de vías de la Av. Miraflores, atravesando calles principales ya pavimentadas como Carretera Antigua a Yarinacocha, Jr. Alfredo Eglinton, Jr. José Sánchez Carrión. Paralelo al levantamiento topográfico se hicieron cuatro (4) cierres de poligonales, para la comprobación del error dentro lo permitido.

Finalmente, se procedió a seguir el levantamiento topográfico por la Av. Miraflores y Av. Circunvalación J.F. Kennedy hasta llegar a la intersección de Av. Circunvalación J.F. Kennedy.

Dentro del levantamiento topográfico se pudo observar la existencia de Alcantarillas, Cajas de Agua, Cajas de Desagüe, Postes de Baja Tensión, Postes de Alta Tensión, Postes de Teléfono, Hidrantes y quebrada que serán mencionados en el respectivo inventario vial.

**Cuadro N° 07: Inventario vial**

<b>INVENTARIO VIAL</b>	
AV. Miraflores (Cruce Av. Arborización con Av. Circunvalación J.F. Kennedy) y AV. Circunvalación J.F. Kennedy (Entre Av. Miraflores con Jr. Comandante Suarez)	310 Arboles
	66 Postes baja tensión
	37 Alta tensión
	129 Cajas de agua
	128 Cajas de desagüe
	6 Hidrantes
	121 Postes de teléfono
	121 Postes de luz
	55 Buzones
	12 Alcantarillas

## Resultados de estudio de tráfico

De acuerdo a los requerimientos del estudio y en función al seccionamiento efectuado de considerar en dos tramos de estudios, se realizaron los conteos volumétricos de tráfico que corresponden a la información que permite establecer el IMD anual del tráfico.

Los conteos o censos volumétricos de tráfico, se efectuaron durante 12 horas desde las 7am. Hasta las 19 horas de cada día, registrándose todo vehículo que cruzan la estación, por sentido y en forma discriminada por tipo de vehículo. Los conteos se efectuaron en forma continua entre el día lunes 26 de enero del 2017 al domingo 01 de febrero del 2017. En el estudio se está considerando tres estaciones de trabajo, los cuales están denominados:

Estación N° 01 Ubicado en la Av. Sáenz Peña  $\cap$  Jr. Cahuide



Estación N° 02 Ubicado en el Jr. Arenal  $\cap$  con Jr. Elmer Faucett





Estación N° 03 Ubicado en la Av. Miraflores ∩ con la Av. Yarinacocha



Por lo consiguiente se realizó tres (3) puntos de control para el conteo de vehículos los cuales se encontraron ubicados en la Av. Sáenz Peña intersección con Jr. Cahuide, Jr. Arenal intersección con Jr. Elmer Faucett y la Av. Miraflores intersección Av. Yarinacocha; dichos conteos se realizaron durante siete (7) días y por el periodo de 12 horas los cuales servirán para determinar el Índice Medio Diario Semanal (IMDS) y el Índice Medio Diario Anual (IMDA).

Las Consideraciones básicas para el conteo vehicular fueron los siguientes:

Los conteos fueron realizados durante siete (7) días seguidos en dos estaciones, tomando como días representativos laborables de lunes a domingo.

Los conteos se realizaron durante 12 horas, con el objetivo de identificar lo más claramente posible, el comportamiento del flujo vehicular durante el día.

Las horas de conteo fueron desde las 7:00 Horas del día y durante las 12 horas.

Se identificó los vehículos de acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 058-2003-MTC el cual considera como vehículos que transitan por el país los siguientes

Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros. Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía Categoría O: Remolques (incluidos semi remolques).

**Cuadro N° 08: Clasificación por categoría y tipo de vehículo**

CLASIFICACIÓN	CATEGORIA	TIPO DE VEHICULO
Vehículos menores	Categoría "L"	moto lineal motokar
Vehículo mayor	Categoría "M"	Automobiles Station wagon Camioneta pick up Panel Combi Bus (b2) Bus (b3-1) Bus (b4-1) bBs (ba-1)
Vehículos Pesados	Categoría "N"	C=Camión Camión (C2) Camión (C3) Camión (C4) <sub>1-3</sub> Camión (C4) <sub>2-2</sub>
	Categoría "o"	TS=Tracto Camión + Semiremolque T2S1 T2S2 T2Se2 T2S3 T2Se3 T3S1 T3S2 T3Se2 T3S3 T3Se3 CR=Camión + Remolque C2R2 C2R3 C3R2

		C3R3 C3R4 C4R2 C4R3 C4R2 C4R3 C4R4 CRB= Camión + Remolque Balanceado C2RB1 C2RB2 C3RB1 C3RB2 C4RB1 C4RB2 C4RB1 C4RB2 TS=Tracto Camión + Semi remolque doble T3S2S2 T3Se2Se2 TS=Tracto camión + Semi remolque triple T3S2S1S2 T3Se2S1Se2
--	--	---

Fuente Reglamento Nacional de Vehículos Lima, Perú. 2015.

#### Metodología del conteo

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte; mientras que el tránsito viene a ser el desplazamiento de vehículos y/o personas de un punto llamado origen y otro destino.

Por tanto, para la elaboración del informe del estudio de tráfico es necesario contar con la información de campo, que nos va a permitir efectuar los trabajos de gabinete para luego llevar a cabo el análisis resultado obtenido, es así que como requisito mínimo

para la elaboración del estudio es necesario contar con las siguientes etapas como mínimo:

Recopilación de la información en campo (tráfico).

Procesamiento y cálculo de datos tomados en campo.

Análisis de los resultados obtenidos.

Recopilación de la Información

La información básica para la elaboración del estudio procede de dos fuentes diferentes: referenciales y directas.

Fuentes referenciales.- Existentes a nivel oficial, son las referidas respecto a la información del IMD y Factores de Corrección, existentes en los documentos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Unidades de peaje más cercana al área de estudio).

Fuentes Directas.- Recopilación de la información en campo a través de conteos vehiculares. Estas labores exigieron una etapa previa de trabajo en gabinete, además del reconocimiento de la vía, para identificar la estación de control vehicular y finalmente realizar el aforo vehicular programado.

El trabajo de gabinete consistió en la elaboración de los formatos para el aforo vehicular, para ser utilizados en la estación de control pre establecida durante el reconocimiento de la carretera en estudio. El formato del Conteo vehicular, considera la toma de información correspondiente al nombre de la estación de control preestablecido, la hora, día y fecha del conteo, para cada tipo de vehículo según eje y características técnicas del vehículo, de acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos.

Antes de realizar el trabajo de campo y con el propósito de identificar y precisar in situ la estación predeterminada, se realizó el reconocimiento de la vía urbana en el tramo indicado para ubicar estratégicamente la estación necesaria para la ejecución del conteo de vehículos.

Durante el reconocimiento de la carretera la estación de conteo vehicular definida fue:

**Estación I : Av. Sáenz Peña ∩ Jr. Cahuide**

**Estación II : Jr. Arenal ∩ con Jr. Elmer Faucett**

**Estación II : Av. Miraflores ∩ con Av. Yarinacocha**

En la estación de conteo establecida se ubicó a los encuestadores uno para el turno del día, previa capacitación para los trabajos a realizar, con el objetivo de obtener resultados óptimos.

El conteo volumétrico (aforo vehicular) se realizó durante siete (7) días, tomando como fecha de inicio desde el día 26 de enero del 2017 al 01 de febrero del 2017, durante las 12 horas y dos turnos rotativos de seis (6) horas cada uno, los días elegidos para el cálculo fueron lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo.

#### Resultados Obtenidos

A partir de los datos obtenidos en los conteos y clasificación vehicular en campo, se procedió a analizar la consistencia de la misma. En el siguiente cuadro se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria para cada sentido y total en ambos sentidos.

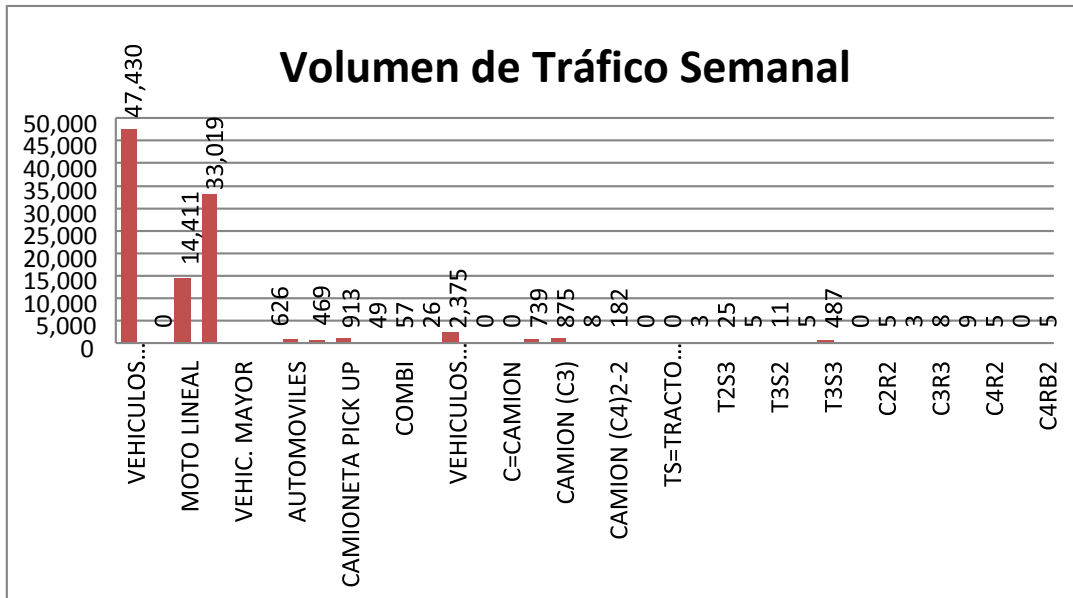
En los cuadros de los anexos se muestran los resultados de los conteos de tráfico diarios, las variaciones horarias vehiculares por sentido de circulación y la clasificación horaria y total para cada día de trabajo; así como el promedio semanal por sentido y el consolidado para ambos sentidos, para la estación predeterminada.

Así mismo, en el siguiente gráfico se puede apreciar las cantidades de vehículos contabilizadas en las tres (3) estaciones de conteo y su composición vehicular con sus respectivas cantidades.

## METODOLOGIA DEL CONTEO

Estación I:

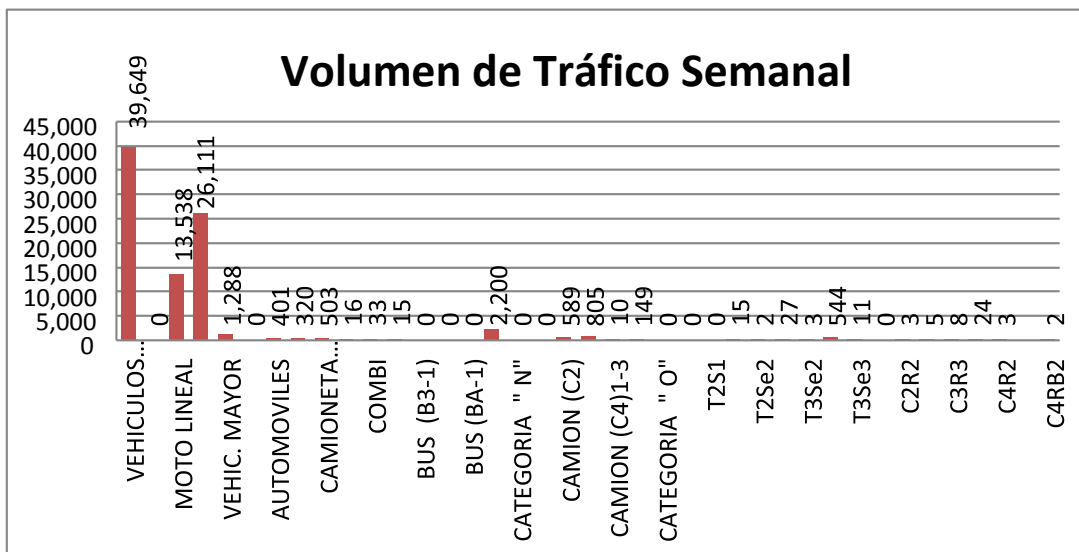
Figura Nº 01: Av. Sáenz Peña ∩ Jr. Cahuide



TS (Fuente: Elaboración Propia)

Estación II:

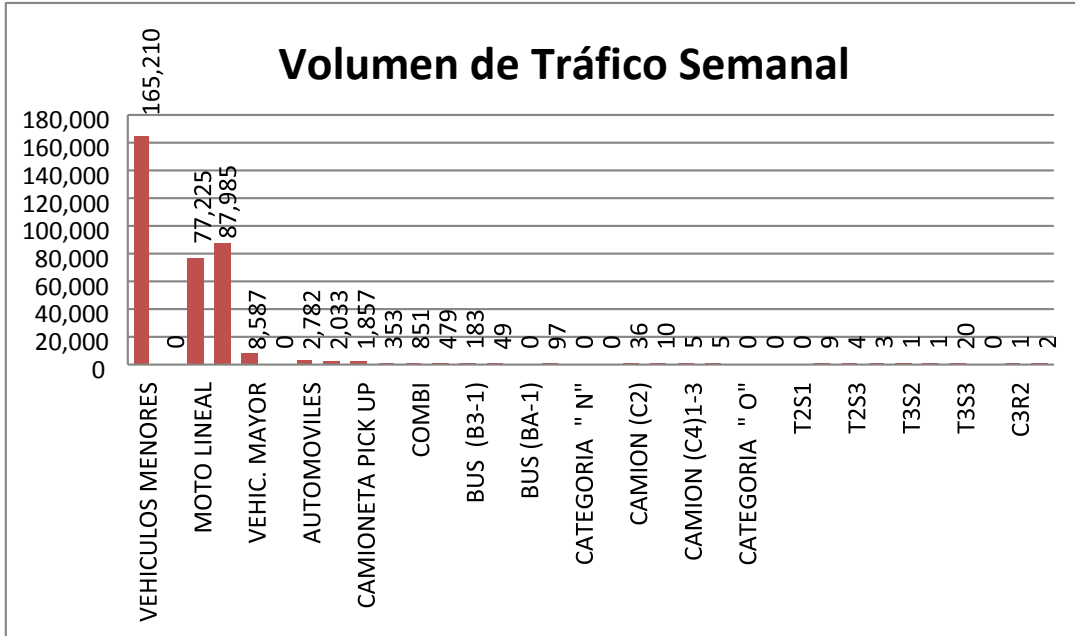
Figura Nº 02: Jr. Arenal ∩ con Jr. Elmer Faucett



TS (Fuente: Elaboración Propia)

Estación III:

Figura N° 03: Av. Miraflores ∩ con Av. Yarinacocha



TS (Fuente: Elaboración Propia)

#### Calculo Del Tráfico Medio Diario Semanal

El Promedio de Tráfico Diario Semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se obtiene a partir del volumen diario registrado en el conteo vehicular, aplicando la siguiente fórmula:

$$IMDS = \bar{X} = \frac{TS}{7}$$

En donde

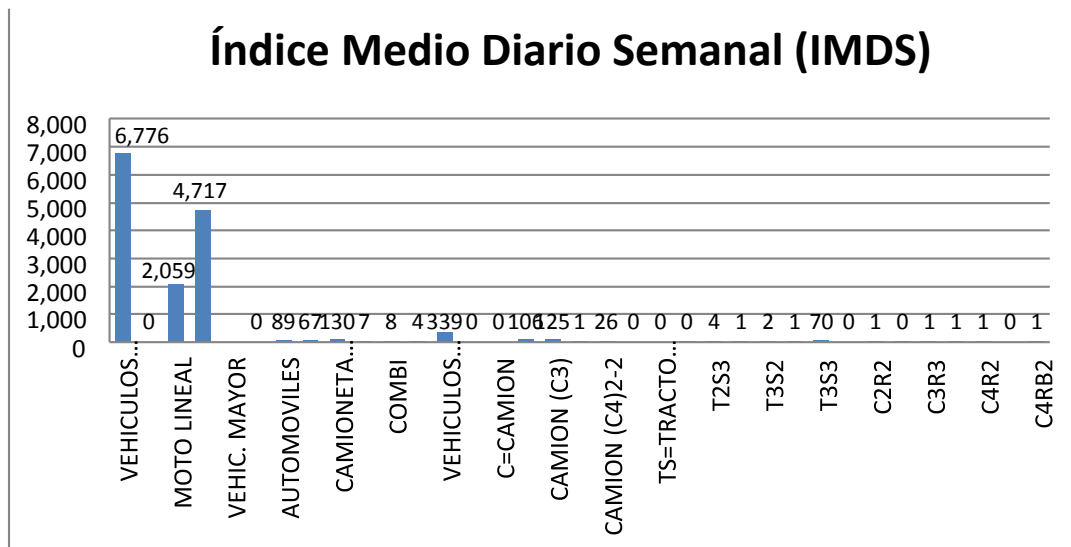
IMDS = Índice Medio Diario Semanal

X = Media Aritmética

TS = Tráfico Semanal de cada uno de los días de conteo.

Estación I:

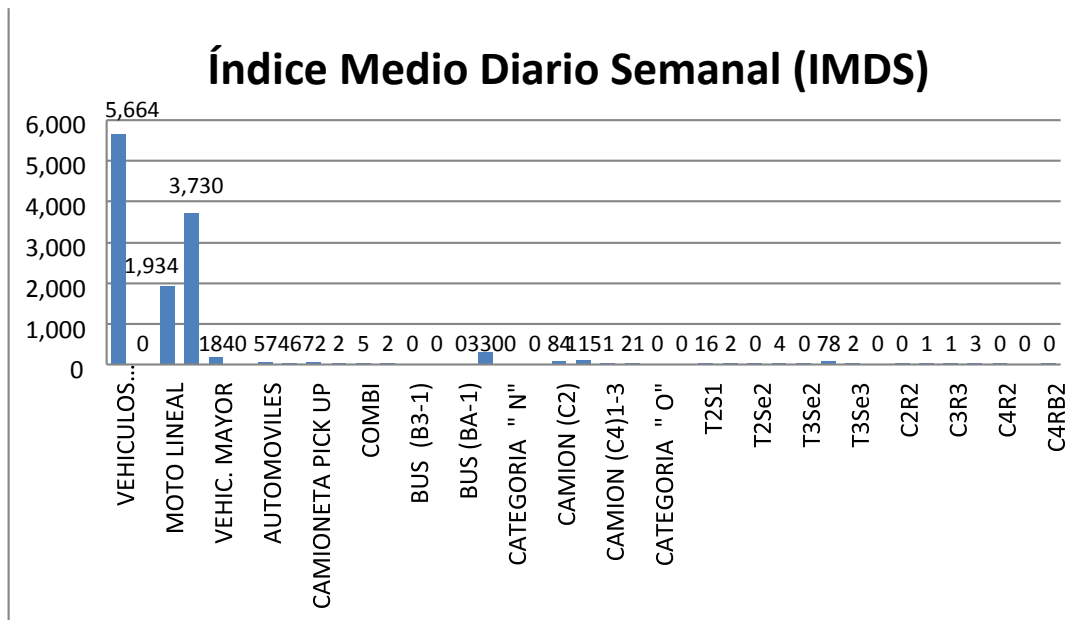
Figura Nº 04: Av. Sáenz Peña ∩ Jr. Cahuide



TS (Fuente: Elaboración Propia)

Estación II:

Figura Nº 05: Jr. Arenal ∩ con Jr. Elmer Faucett

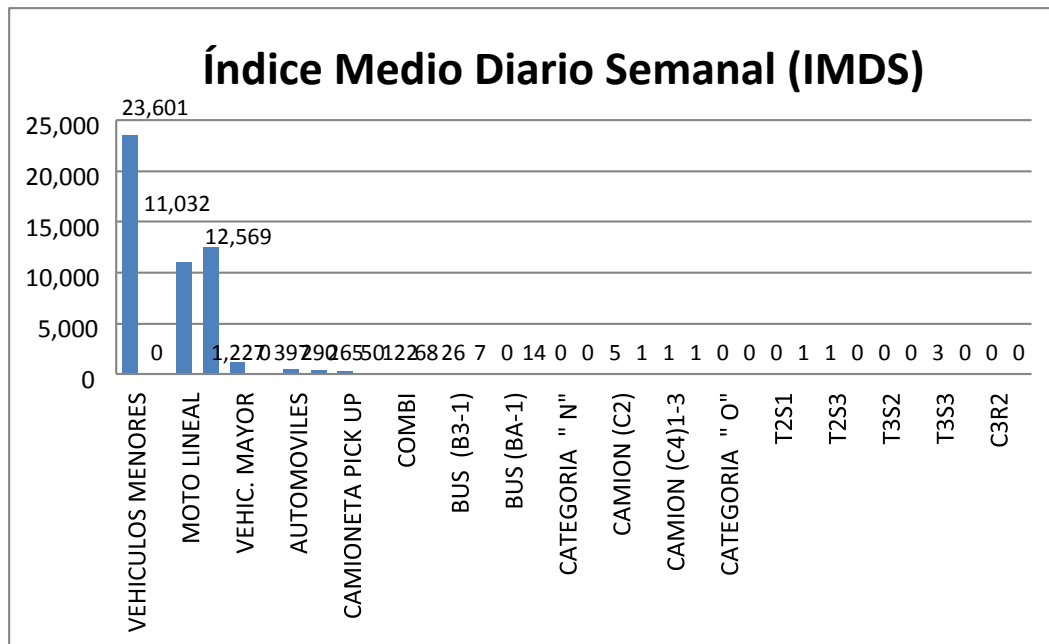


TS (Fuente: Elaboración Propia)



Estación III:

Figura N° 06: Av. Miraflores ∩ con Av. Yarinacocha



TS (Fuente: Elaboración Propia)

### Factores De Corrección

Dado que el flujo vehicular se ha realizado en una muestra de un periodo de una semana y requiriéndose estimar el comportamiento anualizado del tránsito, para determinar el IMDA, resulta necesario usar factores de corrección que permitan expandir el volumen de esa muestra al universo anual.

### Calculo Del Tráfico Medio Diario Anual (IMDA)

El IMDA (Índice Medio Diario Anual) es obtenido a partir del IMDS (Índice Medio Diario Semanal) y del Factor de Corrección Estacional (FC).

$$IMDA = IMDS = K \cdot \sigma$$

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

K = 1.96 Para un nivel de confiabilidad al 95%

N = 365 Número de días del año

- n = 7          Número de días de la semana
- $\sigma$  =          Desviación estándar poblacional
- S =          Desviación estándar muestral

A partir de los volúmenes diarios semanales por tipo de vehículo, indicados en la tabla anterior y aplicando concepto recomendado, se procedió a obtener el INDICE MEDIO DIARIO ANUAL, el cual se muestra a continuación, es preciso mencionar que los valores que se muestran consideran el tránsito contabilizado en ambos sentidos y en cada sentido se tiene un carril. Se aplicara los factores de distribución para cada sentido y el número de carril es en cada sentido de acuerdo a su diseño.

**Figura N° 07: Índice medio diario anual y distribución del IMDA**

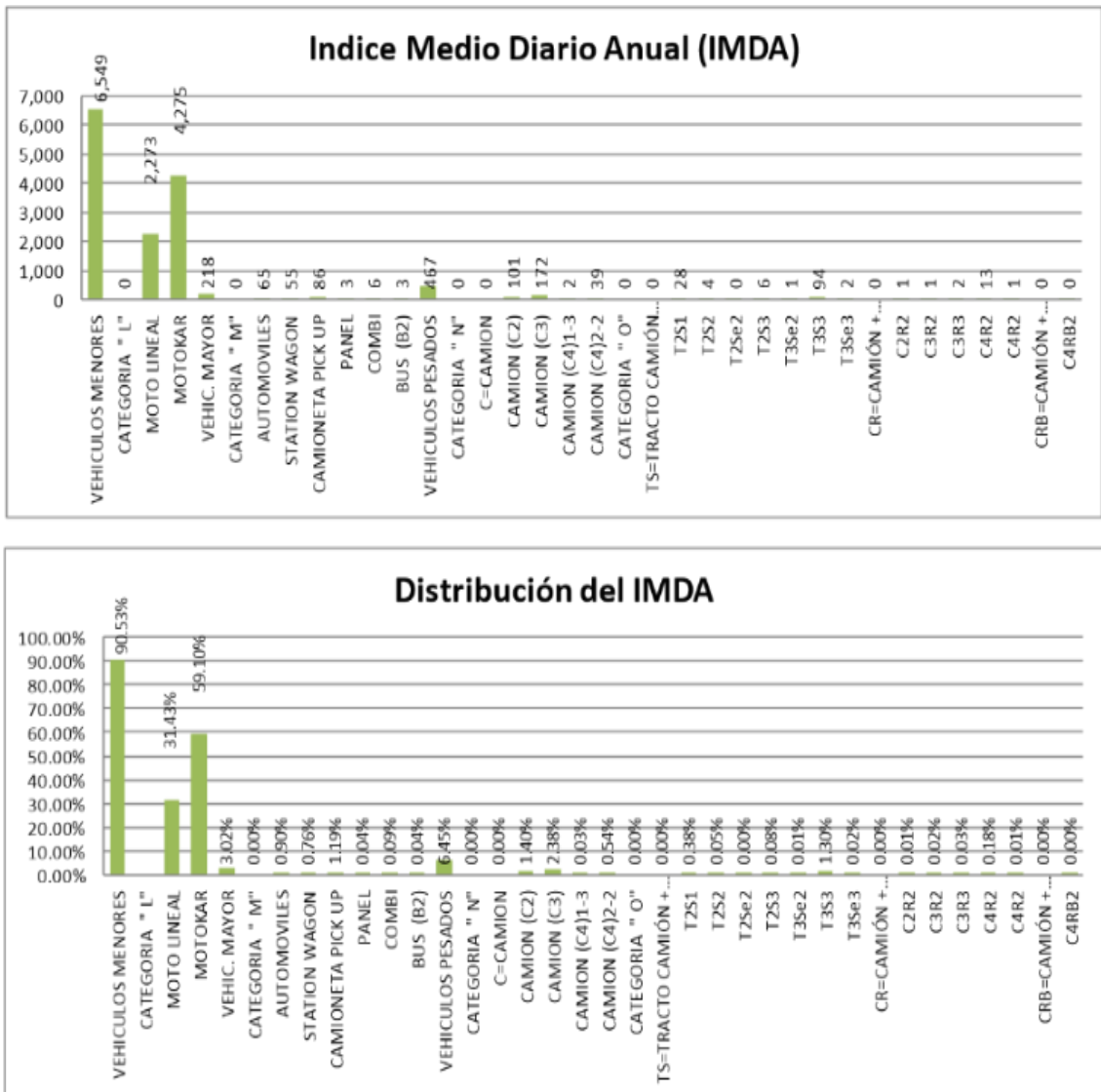
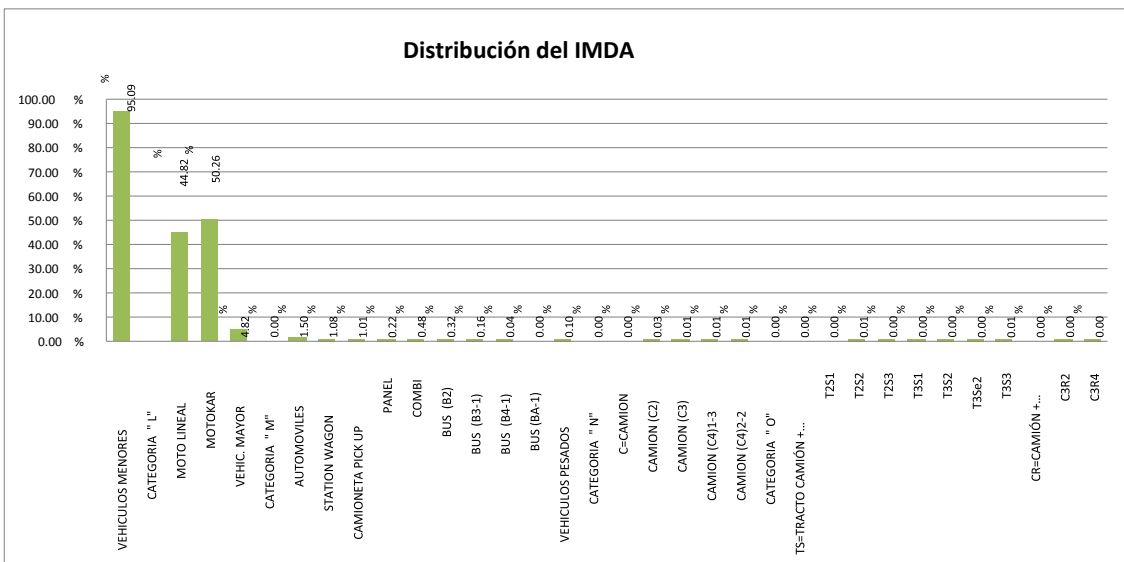
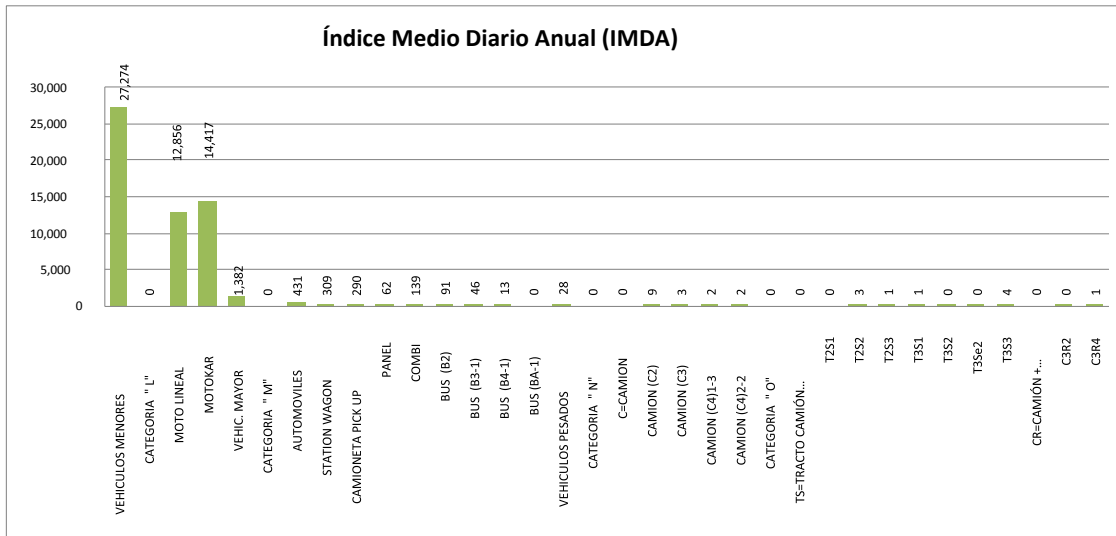


Figura N° 08: Índice medio anual (IMDA)



En la siguiente tabla se muestra un resumen del IMDA de las tres estaciones, en la situación sin Proyecto. Para calcular el IMDA del Proyecto solo se tomó el tráfico promedio anual de la Estación N° 01 y N° 02. Por ser afluentes directos a la Av. Miraflores. El IMDA de la Estación N° 03 ubicado en el cruce con la Av. Yarina fue como referencia para calcular el tráfico.

Cuadro N° 09: Tráfico de vehículos					
TIPO DE VEHICULO	ESTACIÓN 01 (A)	ESTACIÓN 02 (B)	ESTACIÓN 03 (C)	IMDA (A+B)/2	DISTRIBUCIÓN
VEHÍCULOS MENORES CATEGORIA " L" MOTOKAR / MOTO LINEAL	7,467	6,549	27,274	7,008	90.17%
VEHIC. MAYOR CATEGORIA " M" AUTOMOVILES STATION WAGON CAMIONETA PICK UP PANEL COMBI BUS (B2)	353	218	1,382	286	3.68%
	95	65	431	80	1.03%
	76	55	309	66	0.84%
	152	86	290	119	1.53%
	13	3	62	8	0.11%
	12	6	139	9	0.12%
	5	3	91	4	0.05%
VEHÍCULOS PESADOS CATEGORIA " N" C=CAMIÓN CAMIÓN (C2) CAMIÓN (C3) CAMIÓN (C4) <sub>1-3</sub> CAMIÓN (C4) <sub>2-2</sub> CATEGORIA " O" TS=TRACTO CAMIÓN + SEMIRE T2S1 T2S2 T2Se2 T2S3	490	467	28	478	6.15%
	140	101	9	121	1.55%
	186	172	3	179	2.31%
	2	2	2	2	0.03%
	47	39	2	43	0.55%
	M				
		28		14	0.18%
		4	3	2	0.02%
	1	0		1	0.01%
	6	6	1	6	0.08%

T2Se3	2			1	0.01%
T3S1			1	0	
T3S2	2		0	1	0.01%
T3Se2	2	1	0	2	0.02%
T3S3	90	94	4	92	1.19%
T3Se3		2		1	0.01%
CR=CAMIÓN + REMOLQUE				0	
C2R2	2	1		2	0.02%
C3R2	1	1	0	1	0.01%
C3R3	1	2		2	0.02%
C3R4	2		1	1	0.01%
C4R2	2	13		8	0.10%
C4R2		1		0	0.01%
CRB=CAMIÓN + REMOLQUE BALANCEADO				0	
C4RB2	2			1	0.01%
<b>TOTAL</b>	<b>8,310</b>	<b>7,234</b>	<b>28,683</b>	<b>7,772</b>	<b>100.00%</b>

IMDA sin/Proyecto = 7,772 Veh/día

En este cuadro se aprecia el Índice Medio Diario Anual pero en la situación con Proyecto, para el cual se considera un 10% incrementado al tráfico promedio anual de la Estación N° 01 y N° 02 más el 50% de la Estación N° 03 como tráfico desviado.

**Cuadro N° 10: Tráfico de vehículos**

TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO			IMDA Proyectado	DISTRIBUCION (%)
	NORMAL (A+B)/2	GENERADO 10.00%	DESVIADO 50.00%		
VEHÍCULOS MENORES	7,008	701	13,637	21,346	93.25%
CATEGORIA " L" MOTOKAR / MOTO LINEAL	7,008	701	13,637	21,346	93.25%
VEHIC. MAYORES	286	29	691	1,005	4.39%
CATEGORIA " M"	80	8	216	304	1.33% 0.99%
M"	66	7	155	227	1.21% 0.18%
AUTOMOVILES	119 8	12 1	145	276	0.35% 0.22%
STATION	9	1	31	40	0.10%
WAGON	4	0	69	79	0.03%
CAMIONETA	0	0	45	50	
PICK UP	0	0	23 6	23	
PANEL				6	
COMBI					
BUS (B2)					
BUS (B3-1)					
BUS (B4-1)					

VEHÍCULOS PESADOS	48	14	540	2.36%	
478	12	5	137	0.60% 0.87%	
CATEGORIA " N"	18 0	2	199	0.01%	
C=CAMION	4	1	3	0.21%	
CAMIÓN (C2) 121	1	1	48	0.07% 0.02%	
CAMIÓN (C3) 179 CAMIÓN	0	0	15	0.00% 0.03%	
(C4) <sub>1-3</sub> 2	0	1	3	0.01% 0.00%	
CAMIÓN (C4) <sub>2-2</sub> 43	1	0	1	0.01% 0.01%	
CATEGORIA " O"	0	1	7	0.45% 0.00%	
TS=TRACTO CAMIÓN +	0	0	1	0.01% 0.01%	
SEMIREMOLQUE	0	1	1	0.01% 0.01%	
T2S114	0	0	1	0.04% 0.00%	
T2S22	9	0	2	0.01%	
T2Se21	0	2	104		
T2S36	0	0	1		
T2Se31	0	0	2		
T3S10	0	0	1		
T3S21	0	0	2		
T3Se22	1	0	1		
T3S392	0	0	8		
T3Se31	0	0	1		
CR=CAMIÓN + REMOLQUE	0	0	0		
C2R22		0	1		
C3R21		0			
C3R32		0			
C3R41					
C4R28					
C4R20					
C4R40					
CRB=CAMIÓN + REMOLQUE					
BALANCEADO					
C4RB2 1					
<b>TOTAL</b>	<b>7772</b>	<b>777</b>	<b>14342</b>	<b>22891</b>	<b>100.00%</b>

FUENTE: Cuento de tráfico en la zona y estimaciones.

Nota: Se considera el 50% del tráfico de la Estación N° 03 como el tráfico desviado desde la Av. Yarinacocha

IMDA con/Proyecto = 22,891 Veh/día

Resultados de mecánica de suelos

El pavimento se apoya sobre la subrasante, por lo cual sus características son importantes en datos de entrada para efectuar el diseño.

Geomorfología

Las principales geoformas existentes en el área de estudio son el cauce del río Ucayali, los meandros, los bajiales, los caños, las cochas y los aguajales. En las siguientes líneas se detallan las características particulares de cada geoforma observada.

Río Ucayali

El río Ucayali es la principal geoforma del área y se desarrolla sobre una planicie de material cuaternario acumulado en una depresión estructural sobre rocas paleógenas-neógenas. Su encauzamiento se atribuye a los fallamientos reactivados durante la fase Quechua en el Plioceno. El mismo, fluye de Sureste a Noroeste (SE-NO) y se caracteriza por presentar pendiente suave, ancho variable, cauce migratorio y forma meándrica. El agua es un agente activo en el transporte de suelos a través de fenómenos repetitivos de erosión, deposición y sedimentación sobre las llanuras de inundación. Asimismo, existen ríos tributarios que al arribar a las planicies de inundación no son determinantes en la generación de geoformas sino se adaptan a la severidad del río Ucayali.

Los meandros

Los meandros son geoformas propias de los ríos de madurez avanzada y en proceso de alcanzar su perfil de equilibrio. El río Ucayali, como la mayoría de sus tributarios, se clasifica como "río en meandros". Es decir, se caracteriza por su divagación dentro de la llanura de inundación formando sinuosidades disarmónicas y casi armónicas.



### Los bajiales

Se denomina Bajiales a las depresiones del terreno susceptibles a inundación durante la estación de lluvias, mientras que en la estación de estiaje su extensión es reducida pero manteniendo cierta cantidad de agua; estos pueden clasificarse en caños, aguajales, cochas, islas fluviales y playas. En el área de trabajo se han identificado los dos primeros tipos.

### Los caños

Los caños son depresiones del suelo que son las vías de drenaje del terreno. En época de estiaje, se caracteriza por la ausencia de agua y extensión reducida. En época de lluvia, principalmente ante tormentas, son susceptibles de inundación pues constituyen las quebradas naturales del terreno.

### Los Aguajales

Los aguajales, charcas o siénagas, constituyen depresiones del suelo y se caracterizan por contener aguas estancadas cuya fuente de alimentación puede ser subterránea o por pequeñas quebradas de caudal temporal. A diferencia de los caños, los aguajales conservan cierta cantidad de agua durante todo el año.

### Estratigrafía

El proyecto se encuentra asentado sobre una llanura fluvial paralela al curso del río Ucayali. Este depósito pertenece al cuaternario, del holoceno reciente, y está ampliamente expuesto en el área de trabajo. El mismo tiene su origen en los relieves montañosos situados al este y oeste del área en estudio. Su coloración es variable, está relacionada a su origen y pueden ser marrón oscuro, marrón pardo, blanquecino a marrón, entre otros. Una vez depositados, los materiales pasan a constituir el soporte de la vegetación y, al paso del tiempo, los ácidos orgánicos generan cambios en su coloración, pudiendo variar de marrón oscuro a marrón rojizo amarillento siempre supeditados a la litología subyacente del lugar de origen o la fuente de alimentación.

Asimismo, la litología varía ligeramente de composición limo-arenosa a arcillosa, depositadas en capas gruesas semi consolidadas masivas.

## Geología Estructural

La principal estructura, donde se ubica el área de estudio, se encuentra definida por la margen izquierda del río Ucayali. Así, esta se caracteriza por una cobertura de material cuaternario donde no se observan pliegues ni fallas.

### Unidades litológicas

En el área de ubicación del proyecto se han identificado tres unidades litológicas: arenas, arcillas y lateritas. Asimismo, se ha identificado una cuarta unidad en la fuente de agregado más cercana al proyecto.

#### Arenas

Estos depósitos se caracterizan por su composición granulométrica que presenta reducida presencia de materiales gruesos (gravas) o finos (limos y arcillas). Los depósitos de arena de origen fluvial son abundantes en la zona y se ubican a lo largo del río Ucayali y sus tributarios. Estos se caracterizan por su ubicación en forma de playas, la presencia de impurezas orgánicas, su empleo como material de construcción y su previa explotación en época de estiaje.

#### Arcillas

Estos materiales se caracterizan por su granulometría fina. El depósito está formado por suelos transportados de coloración variable, con tonalidades que van desde rojizas a parduscas. Este material es abundante en el área y constituye la terraza sobre la que se asienta la ciudad de Pucallpa.

#### Lateritas

Estos suelos se forman por procesos físico-químicos en climas tropicales con materiales de coloración rojiza. En general, los suelos tropicales contienen importantes cantidades de materia orgánica que, al descomponerse, actúan como un agente reductor cambiando el óxido férrico a óxido ferroso, pudiendo cambiar su color rojo primario al secundario verde-grisáceo.

#### Gravas

Se ha identificado este material en la fuente de agregados ubicada en el río Aguaytía, a 160 km de la ciudad de Pucallpa, en la localidad de Curimaná a 60 km, de Pucallpa. A lo largo del curso del río Aguaytía existen diversas canteras donde se ubica este tipo de

depósitos tales como Curimaná, Nueva Piura y Naranjillo. Su explotación es temporal y exclusivamente en época de estiaje.

La importancia de este material radica en su empleo como agregado de construcción de infraestructura urbana en la ciudad de Pucallpa.

Además, se ha identificado, en la zona, la comercialización de gravas y arenas transportadas desde el río Pachitea a través de embarcaciones dedicadas al transporte y comercialización de agregados. A diferencia de los materiales del río Aguaytía, su explotación es permanente, durante todo el año.

#### Condiciones Hidrogeológicas

La presencia de agua en los materiales geológicos afecta a sus propiedades y comportamiento mecánico. Las aguas superficiales y subterráneas dan lugar a procesos de meteorización física y química y pueden provocar cambios en el relieve y movimientos del terreno, como hinchamientos, contracciones, asentamientos, entre otros.

Durante la prospección no se ha establecido la existencia de formaciones acuíferas y/o zonas de infiltración de aguas subterráneas. Sin embargo, se ha observado la existencia de áreas inundables en épocas de máximas avenidas debido a que constituye la quebrada natural del terreno.

En el siguiente cuadro, se detallan las cotas más bajas del proyecto.

<b>Cuadro N°11: Alcantarillas</b>		
<b>UBICACIÓN PROGRESIVA, Km.</b>	<b>CAUDAL, m<sup>3</sup>/s</b>	<b>REFERENCIA</b>
02 + 780	- - -	Alcantarilla N° 01

#### Riesgos geológicos

Esta zona está constituida por las ondulaciones existentes en el área de planicies. La misma, se forma en las zonas que constituyen el drenaje natural del terreno y se caracteriza por presentar inundaciones pasajeras durante la época de máximas avenidas. En ella, se acumula agua de escasa fluidez debido a las ondulaciones de terreno, la reducida pendiente del terreno y la presencia de gran cantidad de viviendas

sobre el depósito. La existencia de estas zonas es común en áreas denominadas “Caños”, que constituyen las quebradas naturales del terreno.

#### Geotecnia De La Subrasante

El estudio de los materiales que constituyen la actual estructura del pavimento (afirmado) y su subrasante permite determinar sus propiedades físico-mecánicas, y con estas características, establecer la estabilidad y calidad del pavimento en proyecto de mejoramiento. Estas propiedades se determinan con ensayos de campo y laboratorio, infiriendo el perfil estratigráfico de la vía mediante pozos de exploración, recolectando muestras y transportándolas al laboratorio para ser ensayadas como corresponde.

El estudio del subsuelo a través de pozos de exploración (calicatas) permite, no solo inferir el terreno de fundación, sino recabar muestras y datos representativos de la zona de estudio, lo que permitirá realizar planteamientos técnicos óptimos para el desarrollo del proyecto.

Durante la ejecución de la recolección de muestras del material de la actual superficie de rodadura se ha establecido que, sobre su conformación, existe una importante influencia antrópica desarrollada durante etapas previas de mejora del tránsito sobre la vía y mitigación de inundaciones por tormentas. Actualmente, la vía se encuentra conformada por una capa de afirmado (camino de bajo volumen de tráfico) sobre rellenos de calidad variable, en el predomina el transporte de pasajeros en vehículos motorizados, automóviles, camionetas y camiones de menor tonelaje.

#### Suelos de la Subrasante

##### Investigación de campo y ensayos de laboratorio

Los ensayos estándares se han llevado a cabo en el laboratorio de la empresa constructora de la obra, en la ciudad de Pucallpa.

Para determinar las propiedades índices y geotécnicas de las muestras se han programado realizar los siguientes ensayos de acuerdo a los procedimientos de la American Society for Testing and Materials (ASTM), la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP) que se indican a continuación:

• Contenido de humedad	339.127
• Análisis granulométrico por tamizado	339.128
• Límite Líquido, plástico e índice de plasticidad	339.129
• Clasificación de suelos, sistema SUCS	339.134
• Clasificación de suelos, sistema AASHTO	339.135
• Próctor Modificado	339.141
• Próctor Estándar	339.142
• Valor Relativo de Soporte (C.B.R.)	339.145
• Corte directo consolidado y drenado	339.171
• Peso unitario volumétrico	400.017
• Gravedad específica y absorción	400.022

Previa zonificación, inspeccionando el estado actual de la plataforma, la superficie de rodadura, las ondulaciones del terreno y los drenajes naturales, se han ubicado y excavado calicatas (pozos a cielo abierto) convenientemente distanciados, respecto al kilometraje de inicio o sea al km 0+000, utilizando herramientas manuales, a partir del nivel de rasante actual de la vía desde una profundidad mínima de 1.50 m hasta una profundidad máxima de 12.00 m. En total, se han excavado 25 calicatas, 15 pozos de sondaje, se han denominado como C-01 a C-25, A-01 a A-15 a lo ancho de la plataforma y el eje de la vía.

El estudio identificó zonas de material acolchonado contaminado en la zona de construcción de las canaletas y alcantarillas, debido a que estos suelos actualmente son usados como drenaje de las aguas pluviales y aguas servidas que confluyen a las quebradas naturales existentes. Este tipo de Suelos fue identificado a lo largo de toda la vía en estudio.

De acuerdo al estudio de suelos las calicatas tienen los siguientes límites de Atterberg.

**Cuadro N° 12: Datos de Calicata**

<b>CALICATAS</b>	<b>LL</b>	<b>LP</b>	<b>IP</b>
<b>C-1</b>	51.20%	36.30%	14.90%
<b>C-2</b>	57.30%	46.80%	10.50%
<b>C-3</b>	58.90%	51.20%	7.70%
<b>C-4</b>	47.90%	40.80%	7.20%
<b>C-5</b>	57.20%	43.10%	14.10%
<b>C-6</b>	27.70%	24.00%	3.70%
<b>C-7</b>	26.70%	21.20%	5.40%
<b>C-8</b>	25.30%	21.50%	3.80%
<b>C-9</b>	58.80%	43.70%	15.10%
<b>C-10</b>	32.50%	28.20%	4.30%
<b>C-11</b>	77.30%	42.70%	34.60%
<b>C-12</b>	67.00%	46.90%	20.10%
<b>C-13</b>	61.00%	39.90%	21.10%
<b>C-14</b>	56.00%	43.50%	12.50%
<b>C-15</b>	56.40%	43.10%	13.30%
<b>C-16</b>	68.00%	47.10%	21.00%

Los resultado de la Capacidad de soporte de la sub rasante necesarios para el Diseño del Espesor del Pavimento analizados en diferentes calicatas son los que se muestra a continuación (Cuadros N° 13, 14 y 15).

**Cuadro N° 13: California Bearing Ratio**

<b>Muestra</b>	<b>100%</b>	<b>95%</b>
<b>C - 02</b>	4.80%	1.80%
<b>C - 04</b>	10.1%	8.00%
<b>C - 07</b>	2.80%	1.10%
<b>C- 09</b>	6.20%	4.50%
<b>C - 13</b>	6.60%	3.60%

**Cuadro N° 14: Medidas de mitigación de la expansión de suelos.**

<b>Medida</b>	<b>Descripción de la medida</b>	<b>Desventajas</b>
Reemplazo del suelo existente.	Mejorar el terreno mediante el reemplazo parcial o total del espesor activo o el estrato de la estructura del pavimento propensa a sufrir expansión y contracción.  El material de sustitución deberá estar constituida por un suelo inactivo.	<input type="checkbox"/> Incrementa los volúmenes de transporte y eliminación de material.  <input type="checkbox"/> Eleva los costos del Proyecto.

**Cuadro N° 15: Medidas de mitigación de la expansión de suelos.**

<b>Medida</b>	<b>Descripción de la medida</b>	<b>Desventajas</b>
Colocación de sobrecarga sobre el terreno.	Neutralizar la presión de expansión, previamente evaluada, a través de la colocación de una sobrecarga suficiente sobre el terreno o pavimento.  El material de sobrecarga es, Usualmente, peso de suelo inactivo.	<input type="checkbox"/> Requiere el aumento del nivel de la rasante, muchas veces a niveles restrictivos.  <input type="checkbox"/> Incrementa los volúmenes de transporte y eliminación de material.

Reducción o control del contenido de agua	<input type="checkbox"/> Reducir las variaciones en el contenido de agua del terreno mediante la construcción de sistemas de drenaje, subdrenaje y protección de juntas.	<input type="checkbox"/> Requiere el desarrollo de infraestructura de drenaje natural y pluvial, superficial y subterráneo.
---	--	---

El proyecto se ubica sobre un depósito de origen fluvial constituido por suelos finos, tales como arcillas y limos de plasticidad variable, cuyo comportamiento mecánico está regido por fuerzas electromagnéticas desarrolladas en la superficie de los compuestos minerales que la constituyen. En estos depósitos, la variación de volumen es un fenómeno reiterativo y generador de fisuras, grietas y fallas en los pavimentos rígidos y flexibles.

Estos suelos, denominados suelos expansivos, son aquellos depósitos limosos o arcillosos cuya estructura mineralógica y fábrica le permite absorber agua con un cambio de volumen importante.

Por el contrario, al cambiar las condiciones de humedad, el agua almacenada en estos materiales se reduce y, por consiguiente, se produce una disminución del volumen denominada contracción o retracción.

El tratamiento de suelos expansivos ha sido material de estudios diversos y, en general, todas las soluciones o medidas de mitigación de este fenómeno pueden clasificarse en tres grandes categorías cuya descripción se detalla en el cuadro siguiente: Para mitigar el fenómeno de expansión y contracción es importante seguir las siguientes recomendaciones (Cuadro N° 16):

**Cuadro N° 16: Medidas para la compactación de suelos cohesivos.**

Contenido de agua óptimo	El contenido de agua óptimo de un suelo propenso a la expansión estará dado por las condiciones de campo. En general, se recomienda que la compactación se realice a mayores contenidos de humedad. En ese sentido, los ensayos de compactación con bajo niveles de energía (Próctor Estándar) producen menores densidades pero mayores humedades óptimas de compactación.
--------------------------	--



Energía de compactación adecuada	La utilización de pruebas de control de calidad de compactación con altos niveles de energía (Próctor Modificado) produce mayores densidades pero menores valores de humedad óptima. Sin embargo, su empleo puede ser peligroso pues el terreno estará propensos a la absorción de agua y a la expansión consiguiente. Por ello, se ha hecho uso, a lo largo del presente estudio, del ensayo de Próctor Estándar. Su empleo permite mitigar el riesgo a sufrir expansiones debido a que los resultados obtenidos presentan menores densidades y mayores contenidos de agua. Es decir, valores de humedad cercano a la humedad natural del terreno.
Equipo de compactación adecuada	Se recomienda el empleo del equipo denominado “rodillo pata de cabra” debido a que produce resultados muy deseables en las subrasante conformadas por suelos finos: Ejercen presiones estáticas muy grandes sobre el terreno. Brindan una distribución uniforme de la energía de compactación en cada capa. Proveen una buena liga entre capas sucesivas. Evitan la formación de “grumos” y bloques no homogéneos de suelo.

Se ha realizado la zonificación geotécnica siguiendo los siguientes criterios:

Propiedades físicas del material que constituye el terreno de sub-rasante.

Propiedades mecánicas del material que constituye el terreno de sub-rasante.

Condiciones hidrogeológicas del terreno.

Zona geotécnica I

La Zona Geotécnica I, comprende el tramo de vía ubicado entre las progresivas km. 00+000 a km. 00+625 y del km. 01+060 al 02+500. Estos depósitos están compuestos por suelos heterogéneos y de origen transportado, antrópico, sobre un depósito de origen fluvial.

En primer lugar, aflora la superficie de rodadura compuesta por la capa de afirmado de 0.10 m de espesor. El depósito está constituido por gravas y arenas envueltas en una matriz limosa (GP-GM).

A continuación, aflora el estrato que constituye la fundación del pavimento proyectado. Los suelos que predominan en los sub-tramos de la ZG-I, son de origen fluvial, los que eventualmente intercalan con depósitos de suelos antrópico de corta edad, producto de rellenos y mejoras del terreno de fundación durante etapas de expansión del área urbana de Pucallpa, incremento de las condiciones de habitabilidad de la zona y mejora del nivel de tránsito de la población.

La sub-rasante en estas zonas presenta estratos de suelo cohesivo en cuyas propiedades plásticas predominan los limos y arcillas inorgánicas de alta plasticidad (Clasificación AASHTO: A-7-5, A-7-6). El color de estos materiales es marrón, con tonalidad roja y manchas grises claras (blanquecino). La fracción fina (% que pasa la malla N°40), que determina el comportamiento físico-mecánico de los suelos, en promedio es de 99.8% de su contenido granulométrico; sus propiedades de plasticidad arrojan plasticidad alta. Las propiedades hidráulicas de estos materiales vienen establecidas por su límite líquido e índice plástico. En promedio, presenta un Límite Líquido de 55.9% e Índice Plástico de 15.1%, clasificando como de Grado III, de expansividad alta. La potencia de este estrato supera la profundidad de exploración.

Secos son suelos estables. Sin embargo, cuando su contenido natural de agua es alto, al ser predominante suelos limosos o arcillosos, la estabilidad para soportar cargas es muy baja. A un adecuado intervalo de humedad se compactan satisfactoriamente. Estos suelos están propensos a sufrir expansiones o contracciones pronunciadas cuando su contenido de agua presenta alteraciones importantes.

Asimismo, para garantizar la mitigación del fenómeno de expansión y contracción en estos depósitos se recomienda tomar medidas de control del contenido de agua en el tramo. Ello se consigue garantizando la impermeabilización del terreno a través de la construcción de veredas (bordes), bombeo adecuado de la calzada, sellado de juntas apropiadas, mantenimiento y mejora del sistema de drenaje pluvial lateral y su desembocadura en las alcantarillas proyectadas.

Para el diseño de la estructura del pavimento debe considerarse que el valor relativo de soporte (CBR) de estos suelos es de 1.5 para una densidad máxima de 100% del Próctor Estándar, valor que se recomienda alcanzar durante la etapa de construcción.

#### Zona geotécnica II

La Zona Geotécnica II, se ubica entre las progresivas km. 00+625 a km. 01+060 y del km. 02+930 al 03+070. Estos depósitos están compuestos por suelos heterogéneos y de origen transportado, antrópico, sobre un depósito de origen fluvial.

En primer lugar, aflora la superficie de rodadura compuesta por la capa de afirmado de 0.10 m de espesor. El depósito está constituido por gravas y arenas envueltas en una matriz limosa (GP-GM).

A continuación, aflora el estrato que constituye la fundación del pavimento proyectado. Los suelos que predominan en los sub-tramos de la ZG-II, son de origen fluvial, los que eventualmente intercalan con depósitos de suelos antrópico de corta edad, producto de rellenos y mejoras del terreno de fundación durante etapas de expansión del área urbana de Pucallpa, incremento de las condiciones de habitabilidad de la zona y mejora del nivel de tránsito de la población.

La sub-rasante en estas zonas presenta estratos de suelo cohesivo en cuyas propiedades plásticas predominan los limos y arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media (Clasificación AASHTO: A-4, A-5). El color de estos materiales es marrón, con tonalidad roja y manchas grises claras (blanquecino). La fracción fina (% que pasa la malla N° 40), que determina el comportamiento físico-mecánico de los suelos, en promedio es de 99.7% de su contenido granulométrico; sus propiedades de plasticidad arrojan plasticidad baja. Las propiedades hidráulicas de estos materiales vienen establecidas por su límite líquido e índice plástico. En promedio, presenta un Límite Líquido de 32.2% e Índice Plástico de 6.7%, clasificando como de Grado I, de expansividad baja. La potencia de este estrato supera la profundidad de exploración.

Secos son suelos estables. Sin embargo, cuando su contenido natural de agua es alto, al ser predominante suelos limosos o arcillosos, la estabilidad para soportar cargas es muy baja. A un adecuado intervalo de humedad se compactan satisfactoriamente. Estos suelos están propensos a sufrir expansiones o contracciones bajas cuando su contenido de agua presenta alteraciones importantes.

Asimismo, para garantizar la mitigación del fenómeno de expansión y contracción en estos depósitos se recomienda tomar medidas de control del contenido de agua en el tramo. Ello se consigue garantizando la impermeabilización del terreno a través de la construcción de veredas (bordes), bombeo adecuado de la calzada, sellado de juntas apropiadas, mantenimiento y mejora del sistema de drenaje pluvial lateral y su desembocadura en las alcantarillas proyectadas.

Para el diseño de la estructura del pavimento debe considerarse que el valor relativo de soporte (CBR) de estos suelos es de 4.5 para una densidad máxima de 100% del Próctor Estándar, valor que se recomienda alcanzar durante la etapa de construcción.

### Zona geotécnica III

La Zona Geotécnica III, abarca el tramo comprendido entre las progresivas km. 02+500 a 02+930 y del km. 03+070 al 03+123. Estos depósitos están compuestos por suelos heterogéneos y de origen transportado, antrópico, sobre un depósito de origen fluvial.

El área clasificada como ZG-III es el producto de la existencia de un caño o quebrada natural, progresivamente habitado y rellenado. Por ello, su estratigrafía permite observar la existencia de cuatro estratos claramente identificados.

En primer lugar, aflora un estrato de material de relleno conformado con la finalidad de mejorar el tránsito en la zona. La misma está constituida, superficialmente, por un material granular sobre la calzada y relleno con limos inorgánicos de plasticidad media en el resto del área. Su espesor no supera los 0.20 m y se ha realizado con la finalidad de mejorar el tránsito en el área. Luego, aflora un estrato compuesto por material heterogéneo constituido por arcillas y limos inorgánicos de plasticidad variable y tonalidad rojiza con manchas grises claras. La profundidad de este estrato no supera los 1.00 m.

Luego, aflora un estrato de relleno no controlado y contaminado con material orgánico (R.N.C.), no apto para su empleo con fines de ingeniería, compuesto por residuos antrópicos mezclados, tales como residuos sanitarios, con limos y arcillas de plasticidad media, producto de rellenos antiguos en la zona sobre una antigua quebrada natural. Su formación responde a procesos antrópicos de relleno no controlado generados por la población con la finalidad de ganar áreas habitables y mitigar el fenómeno de inundación. El estrato alcanza la profundidad máxima de 8.50 m, en el primer tramo y

de 4.00 m, en el segundo tramo, y su remoción total es necesaria pues constituye un peligro para cualquier obra de infraestructura.

A continuación, aflora un estrato de arcilla, limo y material orgánico (OL), producto de la existencia de una antigua quebrada natural. El estrato alcanza la profundidad de 11.00 m, en el primer tramo, y de 4.00, en el segundo tramo.

Por último, aflora un estrato de limos inorgánicos de plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-7-5), con poco o nulo contenido de material granular. El color de estos depósitos es rojo con manchas grises oscuras. La fracción fina (% que pasa la malla N° 40), que determina el comportamiento físico mecánico de los suelos, es mayor al 99.8% de su contenido granulométrico; sus propiedades de plasticidad arrojan plasticidad media. Las propiedades hidráulicas de estos materiales vienen establecidas por su límite líquido e índice plástico. La misma, presenta un Límite Líquido de 48.9% y un Índice Plástico de 13.6%.

Debido a la singularidad de esta zona, se recomienda remover todo el material existente, relleno contaminado, material orgánico, turba o residuos vegetales hasta una profundidad máxima de 9.00 m, o hasta donde aflore el estrato de terreno natural descrito. Los trabajos de excavación deben garantizar la remoción total del material contaminado y del depósito natural que pueda quedar contaminado durante el proceso de movimiento de tierra. El material de reemplazo a emplear deberá cumplir con las características recomendadas.

Respecto al sistema de drenaje y el control de agua en el tramo, se recomienda la impermeabilización del terreno a través de la construcción de veredas (bordes), bombeo adecuado de la calzada, sellado de juntas apropiadas, construcción del sistema de drenaje pluvial lateral y del mantenimiento y mejora de la desembocadura.

Para el diseño de la estructura del pavimento debe considerarse que el valor relativo de soporte (CBR), del relleno no granular a emplear, es de 12.0 para una densidad máxima de 95% del Próctor Modificado, valor que se recomienda alcanzar durante la etapa de construcción.

Zona geotécnica IV (áreas laterales de la vía)

La Zona Geotécnica IV, se extiende sobre los bordes de la calzada actual (izquierda y derecha) desde la progresiva km 00+000 al 02+500 y del km. 02+930 al 03+070, en el área que constituyen las cunetas actuales, jardines y áreas verdes de la vía.

Los suelos que predominan en los sub-tramos de la ZG-IV, son una mezcla de limos, arcillas y material orgánico (OL) producto de procesos físicos y químicos de descomposición de la vegetación colindante. En general, su empleo como material de sub-rasante es prohibitivo y su remoción y eliminación obligatorios. En el área del proyecto, se recomienda eliminar el material hasta una profundidad de 0.30 m desde el fondo actual de cuneta y desde el borde de la calzada existente hasta el límite de veredas del proyecto. Asimismo, todo relleno controlado deberá realizarse con un material no propenso al fenómeno de expansión/contracción y con clasificación AASHTO igual o superior a A-4.

Los cuadros que se muestran a continuación, resumen el inventario estructural de la vía actual y las propiedades de los materiales existentes.

<b>Cuadro N° 17: Catálogo estructural del pavimento existente en el área del proyecto.</b>						
<b>Estructura del pavimento</b>	<b>ZG - I</b>		<b>ZG - III</b>		<b>ZG - IV</b>	
Capa de afirmado	Depósito de gravas y arenas	envueltas en una matriz limosa (GP-GM). Este estrato constituye la capa de rodadura de la vía actual. Su espesor varía de 0.10 m, a	Depósito de gravas y arenas	envueltas en una matriz limosa (GP-GM). Este estrato constituye la capa de rodadura de la vía actual. Su espesor varía de 0.10 m a	Depósito de gravas y arenas	envueltas en una matriz limosa (GP-GM). Este estrato constituye la capa de rodadura de la vía actual. Su espesor varía de 0.10 m a
		Inexistente en el tramo.		Inexistente en el tramo.		Inexistente en el tramo.

<p>Relleno no controlado y contaminado</p>	<p>Inexistente en el sub tramo.</p>	<p>Inexistente en el sub tramo.</p>	<p>Relleno contaminado con material sanitario, limos, arcillas y material orgánico (R.N.C.), no apto para su empleo con fines de ingeniería, compuesto por residuos antrópicos, producto de rellenos sanitarios antiguos sobre una antigua quebrada natural o caño. El estrato alcanza una profundidad de 9.00 m, entre la progresivas Km. 00+060 y 00+147. La existencia de este tipo de depósitos constituye un peligro para</p>	<p>Depósito compuesto por una mezcla de limo, arcilla y material orgánico (OL) producto de procesos físicos y químicos de descomposición de la vegetación colindante cuya potencia es de 0.30 m debajo del fondo de cuneta.</p>
--	-------------------------------------	-------------------------------------	--	---

			cualquier obra de infraestructura	
--	--	--	-----------------------------------	--

**Cuadro N° 18: Catálogo estructural del pavimento existente en el área del proyecto.**

<b>Estructura del pavimento</b>	<b>ZG - I</b>	<b>ZG - III</b>	<b>ZG - III</b>	<b>ZG - IV</b>
Sub-rasante	Constituidas por limos inorgánicos de alta plasticidad (A-7-5, A-7-6). La fracción fina (% que pasa la malla N°40), que determina el comportamiento físico o mecánico de los suelos, en promedio es superior al 99.8% de su contenido granulométrico	Constituidas por limos y arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media (A-4, A-5). La fracción fina (% que pasa la malla N°40), que determina el comportamiento físico o mecánico de los suelos, en promedio es superior al 99.7% de su	Debido al espesor del relleno controlado a conformar, la subrasante estará constituida por arenas limosas de baja plasticidad (A-4), relleno controlado no granular. La fracción fina (% que pasa la malla N°40), que determina	Ídem a la zonificación geotécnica de la calzada.



	<p>. El terreno clasifica, por su potencial de expansión, como de Grado III, de expansividad alta. Para el diseño de la estructura del pavimento debe considerarse que el valor relativo de soporte (CBR) de estos suelos es de 1.5 para una densidad máxima de 100% del Próctor Estándar.</p>	<p>contenido granulométrico . El terreno clasifica, por su potencial de expansión, como de Grado I, de Expansividad baja. Para el diseño de la estructura del pavimento debe considerarse que el valor relativo de soporte (CBR) de estos suelos es de 4.5 para una densidad máxima de 100% del Próctor Estándar.</p>	<p>el comportamiento físico mecánico de los suelos, en promedio es superior al 92.2% de su contenido granulométrico. El terreno clasifica, por su potencial de expansión, como de Grado I, de Expansividad baja. Para el diseño de la estructura del pavimento debe considerarse que el valor relativo de soporte (CBR) de estos suelos es de 12 para una densidad máxima de 95% del Próctor Modificado.</p>	
--	--	---	--	--

Asimismo, se ha establecido las áreas más vulnerables a sufrir problemas geotécnicos cuya detalle figura en el cuadro siguiente:

<b>Cuadro N° 19: Identificación de suelos expansivos en el proyecto.</b>			
<b>Zona Geotécnica</b>	<b>Ubicación, Progresiva km.</b>	<b>Descripción del problema</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
ZG-I	00+000 00+625 01+060 02+500	<p>– En este sector se observa los siguientes fenómenos:</p> <p>– La plataforma se asienta sobre un suelo limo-arcilloso de plasticidad alta y potencial de expansión de grado III (alta).</p> <p>La vía carece de un sistema de Drenaje pluvial.</p>	<p>Con el objeto de mitigar, evitar, reducir o controlar el peligro generado por la presencia de relleno orgánico se recomienda:</p> <p><input type="checkbox"/> Reemplazo del suelo existente hasta una profundidad de 0.30 m por debajo de la sub-base granular. El material debe estar conformado por material de relleno controlado, no propenso</p>

**Cuadro N° 20: Identificación de suelos expansivos en el proyecto.**

<b>Zona Geotécnica</b>	<b>Ubicación, Progresiva km.</b>	<b>Descripción del problema</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
			<p>A la expansión y con clasificación AASHTO igual o superior a un suelo de tipo A-4, ello permitirá garantizar la ausencia de fenómenos de expansión aun en condiciones de saturación por inundación del terreno.</p> <p><input type="checkbox"/> Control del contenido de agua en el tramo. Para ello, es necesario la impermeabilización del terreno a través de la construcción de veredas (bordes), drenajes laterales, bombeo adecuado de la calzada, sellado de juntas apropiadas, mantenimiento y mejora del sistema de drenaje pluvial lateral y de las alcantarillas existentes y su desembocadura.</p>

ZG-II	00+625 – 01+060 02+930 – 03-070	<p>En este sector se observa los siguientes fenómenos:</p> <p>La plataforma se asienta sobre un suelo arcilloso de plasticidad baja y potencial de expansión de Grado I (baja). La vía carece de un sistema de drenaje pluvial operativo.</p>	<p>Con el objeto de mitigar, evitar, reducir o controlar el desarrollo del proceso expansivo/contractivo se recomienda:</p> <p>En zonas de relleno y elevación del nivel de la rasante, el material debe estar conformado por material de relleno controlado, no propenso a la expansión y con clasificación AASHTO igual o superior a un suelo de tipo A-4, ello permitirá garantizar la ausencia de fenómenos de expansión aun en condiciones de saturación por inundación del terreno.</p> <p>Controlar el contenido de agua en el tramo. Para ello, es necesaria la impermeabilización del terreno a través de la construcción de veredas (bordes), drenajes laterales, bombeo adecuado de la calzada, sellado de juntas apropiadas, mantenimiento y mejora del sistema de drenaje pluvial lateral y de las alcantarillas existentes y su desembocadura.</p>
-------	---------------------------------	---	--

**Cuadro N° 21: Identificación de suelos expansivos en el proyecto.**

<b>Zona Geotécnica</b>	<b>Ubicación, Progresiva km.</b>	<b>Descripción del problema</b>	<b>Tipo de trabajo</b>
ZG-III	02+500 02+930 03+070 03+123	<p>– En este sector se observa</p> <p>Los Sigüientes fenómenos:</p> <p>– Existencia de una natural antigua relleno con controlado y desechos a profundidades que 9.00 m, en el tramo las progresivas 02+500 y los 4.00, entre las 03+070 a 03+123. La vía carece de un drenaje pluvial.</p>	<p>Con el objeto de mitigar, evitar, reducir o controlar el peligro generado por la presencia de relleno orgánico se recomienda:</p> <p>Remover todo el material existente, relleno contaminado, material orgánico, residuos sanitarios, turba o residuos vegetales hasta una profundidad máxima de 9.00 m, en el primer tramo, y 4.00 m, en el segundo tramo, o hasta donde aflore el estrato de terreno natural descrito.</p> <p>Reemplazo del suelo existente hasta una profundidad máxima de 9.00 m (tramo 1) o 4.00 m (tramo 2) por debajo del nivel de rasante actual. El material debe estar conformado por suelo de relleno controlado, no</p>

			<p>propenso a la expansión y con clasificación AASHTO igual o superior a un suelo de tipo A-6, ello permitirá garantizar la ausencia de fenómenos de expansión aún en condiciones de saturación por inundación del terreno. Controlar el contenido de agua en el tramo. Para ello, es necesaria la impermeabilización del terreno a través de la construcción de veredas (bordes), sub-drenajes y drenajes laterales, bombeo adecuado de la calzada, sellado de juntas apropiadas, mantenimiento y mejora del sistema de drenaje pluvial lateral y de las alcantarillas existentes y su desembocadura.</p>
ZG-IV	00+000 02+500 02+930 03+070	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <input type="checkbox"/> En este sector se observa los siguientes fenómenos:</li> <li>- <input type="checkbox"/> La plataforma se asienta sobre un suelo compuesto por</li> </ul>	<p>Con el objeto de mitigar, evitar, reducir o controlar el peligro generado por la</p>

(Áreas laterales de calzada)	una mezcla de limo, arcillas y material orgánico producto de procesos	presencia de relleno deorgánico se recomienda: <input type="checkbox"/> Eliminar el material hasta una profundidad de 0.30 m
------------------------------	---	---

**Cuadro N° 22: Identificación de suelos expansivos en el proyecto.**

Zona Geotécnica	Ubicación, Progresiva km.	Descripción del problema	Tipo de trabajo
		físicos y químicos de descomposición de la vegetación colindante cuya potencia es de 0.30 m debajo del fondo de Cuneta.	Fondo actual de cuneta desde el borde de la calzada existente hasta el límite de veredas del proyecto. Asimismo, todo relleno controlado deberá realizarse con un material no propenso al fenómeno de expansión/contracción y con clasificación AASHTO igual o superior a A-4.

A partir del diseño propuesto por el especialista en estructuras y reemplazando valores en las ecuaciones expuestas, para la capacidad de carga y deformaciones a ocurrir se obtienen los resultados que se resumen en el cuadro N° 23:

**Cuadro N° 23: Capacidad de carga y asentamiento.**

CALICATA N°	TIPO DE CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN	CAPACIDAD DE CARGA	ASENTAMIENTO CONSOLIDACIÓN
		m	q Kg/cm	δ cm
A – 03	Continua	4.00	1.40	1.56

Los asentamientos a ocurrir resultan permisibles para estructuras convencionales, siempre que la estructura sea cargada a su máxima posibilidad o capacidad de carga admisible, en la práctica la carga que se aplicará al suelo es mucho menor. Sin embargo, la correcta operación de la estructura en proyecto se asegura al transmitir la carga al suelo a través de fundamentos estructuralmente continuos. Además, con la profundidad las propiedades de este suelo mejoran, aumenta su resistencia y disminuye su capacidad de deformación.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, en su acápite E.030 – Diseño Sismo resistente, las características del suelo de cimentación son:

Factor de zona	=	0.30
Periodo de Vibración del suelo = Seg.	=	0.90
Factor suelo	=	1.40

La aceleración espectral (fuerza horizontal equivalente o cortante total en la base debido a la acción sísmica) se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \cdot g$$

R

Donde:

Z: Factor de zona

U: Factor de uso e importancia

C: Coeficiente de amplificación sísmica

S: Factor suelo

R: Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

g: Aceleración de la gravedad

Ligante del Km. 17

Usos: Relleno controlado (100%), rellenos granulares (20% + 80% Material granular).



Ligante del Km. 36

Usos: Relleno controlado (100%), rellenos granulares (20% + 80% Material granular).

El área donde se ubica el proyecto carece de fuentes de material de base granular adecuadas en estado natural. Por ello, ha sido necesario dosificar y generar una mezcla de material adecuado para conformar la base granular del terreno. Las características de la mezcla se detallan en el cuadro N° 24.

**Cuadro N° 24: Características de las mezclas**

<b>Dosificación</b>	80% en peso de hormigón de Curimaná. 20% en peso de ligante del Km. 17.
<b>Descripción</b>	Material compuesto por gravas limosas pobremente graduadas, mezcla de grava, arena y pocos finos limosos no plásticos (GP). Granulométricamente, el material cumple la gradación como base tipo B (ASTM D 1241). Su contenido Es de 58.3% de grava, 33% de arena y 8.7% de material fino. Su óptimo contenido de humedad es de 5.82% que permite obtener densidades de hasta 2,109 kg/m <sup>3</sup> , cuyo Valor Relativo de Soporte (CBR) alcanza la cifra de 49.8% al 100% de su máxima densidad seca, superior al valor de 30 solicitado por la norma CE.010 para sub-bases granulares en pavimentos rígidos. Sus propiedades físicas y mecánicas hacen de este material idóneo para su empleo como base granular. Se recomienda su empleo si el proyecto lo demanda.

El área donde se ubicó el proyecto presenta depósitos de suelos cohesivos caracterizados por la presencia del fenómeno expansión/contracción. Con el objeto de mitigar este fenómeno se empleó en reemplazo de material en parte del espesor de la sub-rasante. El material de reemplazo fue un material de propiedades mecánicas superiores al terreno de sub-rasante y no propensos al fenómeno de expansión/contracción.

**Cuadro N° 25: Dosificación y ligantes**

<b>Dosificación</b>	100% en peso de ligante del Km. 17.
<b>Descripción</b>	<p>Depósito de suelo transportado aluvial. Se clasifica como arena limosa (SM, A4), mezcla de arena y finos limosos de baja plasticidad (LL = 25.9% e IP = 1.8%). Su empleo, en la localidad, se da como material de reemplazo de suelos cohesivos de alta plasticidad y potencialmente expansivos. Asimismo, es de uso común en la zona, la mezcla con hormigón para producir material de base granular para pavimentos y para producir material de afirmado en caminos de bajo tránsito no pavimentado (Ver Cuadro N° 24).</p> <p>Su óptimo contenido de humedad es de 11.93% que permite obtener densidades de hasta 1,953 kg/m<sup>3</sup>, cuyo Valor Relativo de Soporte (CBR) alcanza la cifra de 12.0% al 95% de su máxima densidad seca.</p> <p>Sus propiedades físicas y mecánicas hacen de este material idóneo para su empleo mejorador de subrasante, al reemplazarse el terreno natural, y como relleno controlado en las áreas aledañas a las alcantarillas.</p>
<b>Compactación recomendada</b>	95% del Próctor Modificado.

#### Resultados de estudios hidrológicos - pluviométricos

La información necesaria es la precipitación media diaria de la estación seleccionada registrada todos los días durante varios años para poder tener un registro confiable.

Estos datos son importantes para determinar el coeficiente de drenaje (Cd) necesario en la metodología de la AASHTO para pavimentos rígidos o para hallar el valor de  $m_i$  que modifica los coeficientes estructurales de las capas en los pavimentos flexibles.

Para el Diseño de las mismas, se tendrá en cuenta:

Caudales de escurrimiento.

Coefficiente de Escorrentía.

Intensidad de Lluvia.

Área de Drenaje.

Donde se tuvo como referencia del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), para la aplicación de los conceptos de cada uno de ellos.

#### Caudales de Escurrimiento

Los caudales de escurrimiento fueron calculados según, el método racional, aplicable hasta áreas de drenaje no mayores a 20 Km<sup>2</sup>. Técnicas de Hidrogramas unitarios que podrán ser empleados para áreas mayores a 0.5 Km<sup>2</sup>, y definitivamente para áreas mayores a 13 Km<sup>2</sup>.

Metodologías más complejas como las que emplean técnicas de tránsito del flujo dentro de los ductos y canalizaciones de la red de drenaje, técnicas de simulación u otras, fueron empleadas a discreción. Para el Diseño de Caudales de Escurrimiento se aplicó el Método Racional.

#### Método Racional

Para áreas urbanas, donde el área de drenaje está compuesta de sub áreas o sub cuencas de diferentes características, el caudal pico proporcionado por el método racional viene expresado por la siguiente forma:

$$Q_j = \frac{I \sum C_j A_j}{360}$$

Donde:

$Q_j$  = es el caudal pico en m<sup>3</sup>/seg.

$C_j$  = es el coeficiente de escorrentía para j-ésima sub-cuenca.

$A_j$  = es el área de drenaje de la j-ésima de las sub-cuencas en Ha.

$I$  = Intensidad de lluvia de diseño en mm /hora.

## 9. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, OBSERVACIONES

Las sub cuencas, Están definidas por las entradas o sumideros a los ductos y/o canalizaciones del sistema de drenaje.

La cuenca está definida por la entrega final de las aguas a un deposito natural o artificial de agua (corriente estable de agua, lago, laguna, reservorio, etc.).

Coeficiente de Escorrentía

La selección del valor del coeficiente de escorrentía fue sustentada considerándose los efectos de:

Característica de la superficie.

Tipo de área urbano.

Intensidad de la lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retorno).

Pendiente del terreno.

Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

El diseñador puede tomar en cuenta otros efectos que considere apreciable: proximidad del nivel freático, porosidad del subsuelo, almacenamiento por depresiones del terreno, etc.

Para el caso en estudio, está formado en gran parte por viviendas y calles pavimentadas.

El coeficiente de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas fue estimado con un promedio ponderado de los diferentes coeficientes correspondientes a cada tipo de cubierta (techos, pavimentos, áreas verdes, etc.), donde el factor de ponderación es la fracción del área de cada área total.

Para el Diseño de Canaletas, la elección del Coeficiente de Escorrentía según las condiciones de la superficie se aplicó:

Para veredas, techos y azoteas: 0.90.

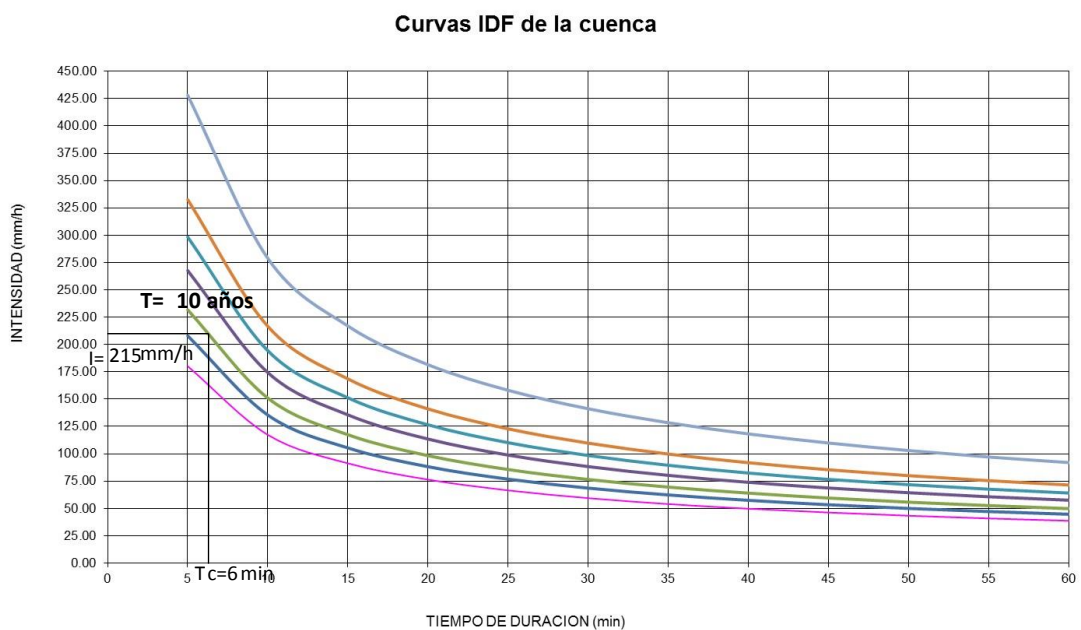
Para pavimento de concreto: 0.95.

## Intensidad de Lluvia

La intensidad de la lluvia de diseño para un determinado punto del sistema de drenaje es la intensidad promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta ese punto, y cuyo periodo de retorno es igual al del diseño de la obra de drenaje.

- La intensidad se determinará mediante la gráfica IDF (Intensidad Duración-Frecuencia) calculados mediante métodos estadísticos. A continuación se muestra el siguiente gráfico:

**Figura N° 09: Curvas IDF, de la cuenca**



Por ser de áreas urbanas de menor drenaje, se considerará un periodo de retorno de  $T=10$  años, y un tiempo de duración promedio de  $T_c=6$  min.

Por lo tanto para nuestro Diseño de Canaletas, según información del Estudio Hidrológico y la curva IDF el valor a considerarse la intensidad de diseño de lluvia será de:

$$I = 215 \text{ mm/hora}$$

## Área de Drenaje

Se determinó el tamaño y la forma de la cuenca o sub cuenca bajo consideración utilizando mapas topográficos actualizados. Los intervalos entre las curvas de nivel deben ser lo suficiente para poder distinguir la dirección del flujo superficial.

Deben medirse el área de drenaje que contribuye al sistema que se está diseñando y las sub-áreas de drenaje que contribuyen a cada uno de los puntos de ingreso a los ductos y canalizaciones del sistema de drenaje.

El esquema de la divisoria del drenaje debe seguir las fronteras reales de la cuenca, y de ninguna manera las fronteras comerciales de los terrenos que se utilizan en el diseño de los alcantarillados de desagües.

Al trazar la divisoria del drenaje deberán atenderse la influencia de las pendientes de los pavimentos, la localización de conductos subterráneos y parques pavimentados y no pavimentados, la calidad de pastos, céspedes y demás características introducidas por la urbanización.

Para el diseño de canaletas, se tienen los valores de las áreas tributarias (ver anexo y plano de drenaje pluvial).

## Resultados de estudio de canteras y fuentes de agua

Se identificó las siguientes canteras o fuentes de materiales cuyos usos recomendables se resumen a continuación:

### Cantera Curimaná

Usos: Agregados para concreto (100%), rellenos granulares (80% + 20% finos limosos).

El material es de uso común en la producción de concreto en la ciudad de Pucallpa y los distritos de la región. Su explotación se ha desarrollado producto de la ausencia de materiales granulares limpios (menos de 3% de material pasante de la malla N° 200). Sin embargo, por su alto contenido de finos y su alta variabilidad, en cuanto ha contenido gravas y arenas, se recomienda priorizar el empleo de otras fuentes más limpias.

## Cantera Río Pachitea

Usos: Agregados para concreto (100%), rellenos granulares (75% + 25% finos limosos).

El material es de uso común en la producción de concreto en la ciudad de Pucallpa y los distritos de la región. Su explotación se viene desarrollando aceleradamente debido a sus propiedades, superiores, a las de agregados locales. Si bien el material se encuentra, granulométricamente, sobre el límite inferior sugerido por ASTM C 33, su bajo contenido de finos (2.5%) y su módulo de fineza (2.42) superior al mínimo recomendado por la norma, su calidad es superior a otras fuentes identificadas en la zona. Es decir, se recomienda priorizar su explotación y empleo en la producción de concreto.

## Diseño

El tramo de la vía urbana se encuentra ubicado en el Distrito de Callería y Yarinacocha respectivamente dentro de la Provincia de Coronel Portillo.

A través del conteo vehicular, tener los elementos necesarios para la determinación de las características de diseño del pavimento de la vía en estudio, tanto a nivel de diseño geométrico, diseño estructural del pavimento y la evaluación económica.

En la actualidad la Av. Miraflores tiene una superficie de rodadura sobre afirmado en mal estado, en ciertos puntos con espesores variables de 10 a 15 cm y otros tramos solo en terreno natural.

Debido al constante tráfico y mantenimiento que ha tenido dicho tramo la superficie de rodadura se viene deteriorando encontrando espesores de afirmado de 0.20 cm. Con un ancho variable de 25.00 a 30.00 mts, presenta tramos rectos, curvas y contra curvas en el trayecto, pendientes variables de suaves a moderadas, radios de giro estrechas en algunos tramos de la vía, no se cuenta con señalización informativa para localizar calles, Jirones y Avenidas Transversales.

En todo el trayecto de la vía las cunetas se encuentran en estado regular a malo, no permitiendo una adecuada transitabilidad tanto de los beneficiarios y usuarios en general; ya que las fuertes precipitaciones locales y el tránsito continuo, deterioran y erosionan la superficie de rodadura, ocasionando la presencia de baches pronunciados, dificultándose de esta manera el tránsito de vehículos y peatones, además de ocasionar frecuentes desperfectos mecánicos en los vehículos.

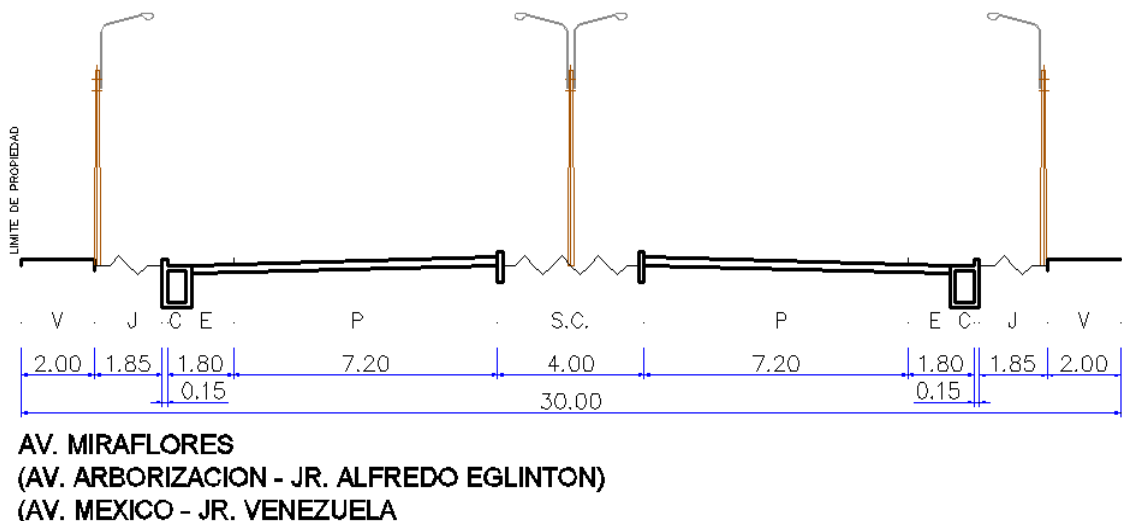
## Diseño geométrico

Se ha planteado el diseño geométrico de las vías a pavimentar, respetando las secciones viales propuestas por la gerencia de acondicionamiento territorial, en su Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Pucallpa. Para el diseño de los martillos se realizó de acuerdo al eje de vía y con un radio min de 3.00m; también se tuvo consideración de la norma A.120 de Accesibilidad Para personas Con discapacidad, para ello se consideró el acceso para discapacitados en todos los martillos usando una pendiente no mayor de 14%, para una longitud máxima de 1.00m. Y proporcionalmente, según la norma A.120.

La longitud total de la vía es de 2,075.50 metros. Con anchos variables de acuerdo a la sección vial proporcionada por la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo. En la que considera cuatro (4) tramos:

Tramo 01, comprende desde la Av. Arborización hasta el Jr. Alfredo Englinton (Prog. 0+000.00 hasta Prog. 1 + 010.00); con una sección vial de 30m, considera dos (2) carriles de 7.20m en ambos sentidos. Con bermas laterales de 1.80m, jardines de 1.85m, veredas de dos (2) metros, y una berma central de 4.00m de ancho.

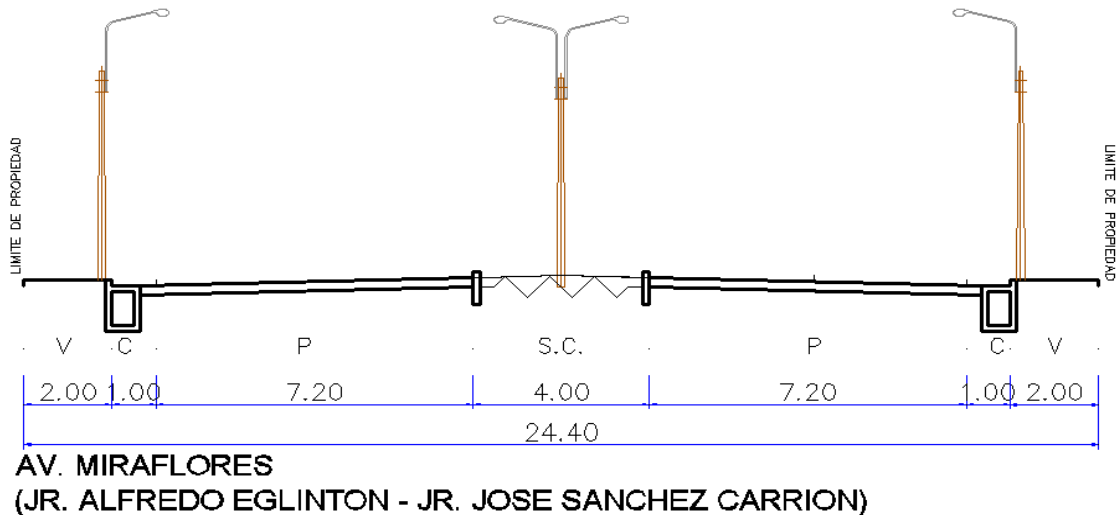
**Figura N° 10: Bermas de las avenidas**





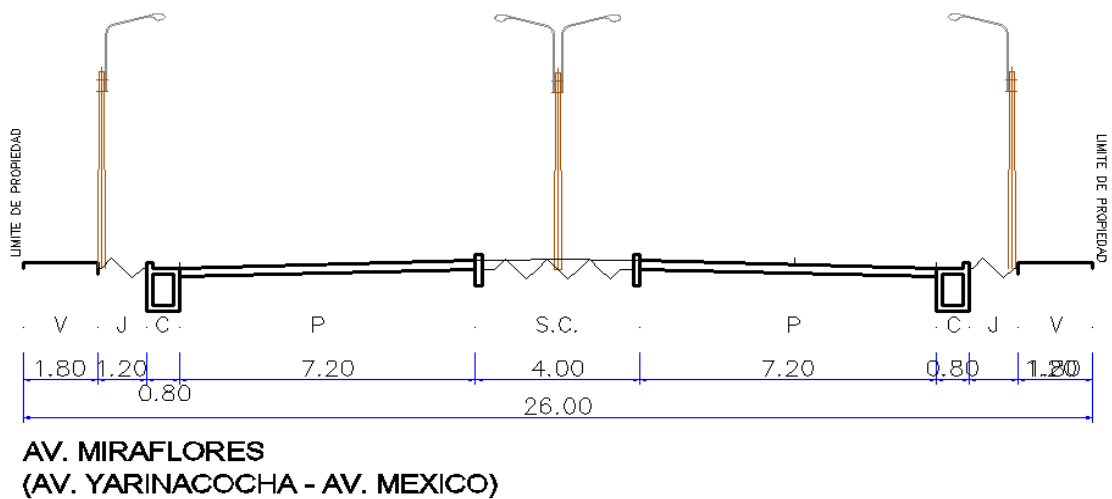
Tramo 02, comprende desde Jr. Alfredo Englinton hasta la Av. Yarinacocha (Prog. 1+030.00 hasta Prog. 1 + 440.00); con una sección vial de 24.40m, considera dos (2) carriles de 7.20m en ambos sentidos. Con bermas laterales de 1.00m, veredas de dos (2) metros, con una berma central de 4.00m de ancho.

**Figura N° 11: Bermas de las avenidas**



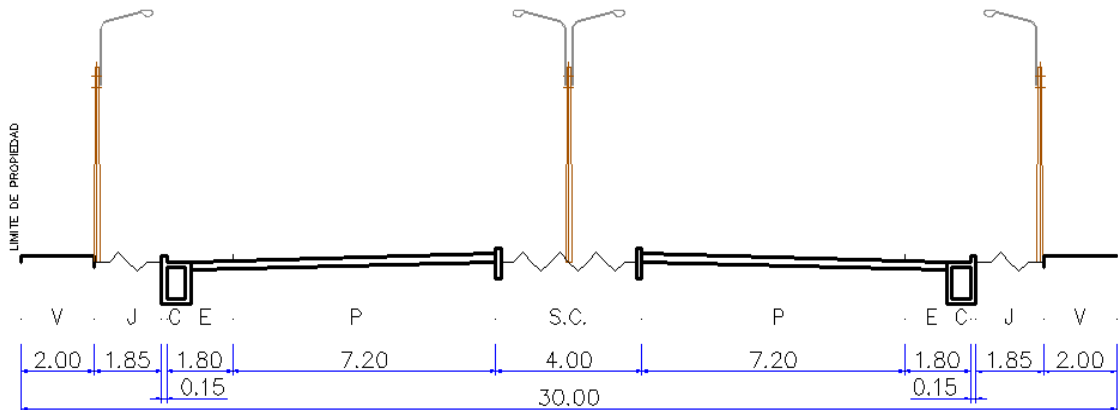
Tramo 03, comprende desde la Av. Yarinacocha hasta la Av. México (Prog. 1+440.00 hasta Prog. 1 + 782.40); con una sección vial de 26.00m, considera dos (2) carriles de 7.20m en ambos sentidos. Con bermas laterales de 0.80m, jardines de 1.20m, veredas de 1.80m, con una berma central de 4.00m de ancho.

**Figura N° 12: Bermas de las avenidas**



Tramo 04, comprende desde la Av. México hasta el Jr. Venezuela (Prog. 1+782.40 hasta Prog. 2 + 075.50); con una sección vial de 30m, considera dos (0) carriles de 7.20m en ambos sentidos, con bermas laterales de 1.80m, jardines de 1.85m, veredas de 2.00m. Y una berma central de 4.00m de ancho.

**Figura N° 13: Bermas de las avenidas**



**AV. MIRAFLORES  
(AV. ARBORIZACION - JR. ALFREDO EGLINTON)  
(AV. MEXICO - JR. VENEZUELA**

En las intersecciones viales se está considerando los martillos de acuerdo a las secciones viales encontradas. Así como la correspondiente rampa de acceso para discapacitados y la señalización horizontal para los pases peatonales y la parada de los vehículos. Se está considerando así mismo la señalización vertical para informar el nombre y cuadra de la avenida, jirón o calle en ambos sentidos. Las cuales se estarán ubicando convenientemente.

La semaforización es parte del presente proyecto; es necesario por ser una vía importante. Cabe resaltar la existencia en la berma central de un área verde para mejorar el arreglo paisajístico.

A fin de mejorar el confort de los peatones, se realizaron martillos y veredas amplias debidamente señalizadas.

Para una mejor comprensión de lo mencionado se adjuntan al presente los planos del diseño urbano considerado. Incluyendo en la misma las secciones viales oficialmente proporcionadas por la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo y las planteadas por el proyecto.

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO (TRAMO 01)

### Cuadro N° 26: Presupuesto desagregado

Ítem	Descripción	Costo Directo	Gastos Generales 8%
1.01	Arquitectura, Estructura	16,160,118.36	1292809.47
	<b>Presupuesto Total</b>	<b>16,160,118.36</b>	<b>1,292,809.47</b>

### Cuadro N° 27: Valor referencial

Ítem	Descripción	Total
2.01	Costo Directo	16,160,118.36
2.02	Gastos Generales (8.00%)	1,292,809.47
	Sub Total	18,584,136.12
	IGV (18%)	3,345,144.50
	Valor Referencial	<u>21,929,280.62</u>
	Monto De Factibilidad Del Proyecto	<u>47,668,460.00</u>
	Porcentaje De Incidencia	46.00%

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 Conclusiones.

El índice medio diario anual es de 22,891 veh./día donde la mayor incidencia es de la categoría "L" (motos lineales y motocarros) 93.25%; así mismo se identifica la presencia de vehículos pesados de categoría "N" (camiones) 540 veh./día.

El levantamiento Topográfico el proceso de los datos de campo, permitió definir el relieve del terreno como ondulado, con pendientes de hasta 5.97%.

De acuerdo a los ensayos obtenidos en el laboratorio se tiene un CBR al 100% de 2.30 y al 95% 1.80 donde el terreno está constituido por arcilla orgánica de mediana a alta plasticidad clasificada como CH-CL o A-7-6, con características de suelo compacto, así como por material orgánico desde el km. 0+000 al 3+123.00, lo cual se recomienda eliminar y sustituir por material de préstamo para obtener la conformidad de la subrasante y se pueda proceder a colocar la base granular.

Mediante el método ASHTTTHO y considerando la fatiga del pavimento, se obtiene un espesor de losa de 8" para un concreto de  $F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$  sobre una rasante de CBR= 10.00%.

La utilización de pruebas de control de calidad de compactación con altos niveles de energía (Próctor Modificado) produce mayores densidades pero menores valores de humedad óptima. Su empleo es peligroso, porque el terreno estará propensos a la absorción de agua y a la expansión consiguiente. Por ello, se ha hecho uso, a lo largo del presente estudio, del ensayo de Próctor Estándar. Su empleo permite mitigar el riesgo a sufrir expansiones debido a que los resultados obtenidos presentan menores densidades y mayores contenidos de agua. Es decir, valores de humedad cercano a la humedad natural del terreno.

## 10.2 Recomendaciones.

Para garantizar la mitigación del fenómeno de expansión y contracción en estos depósitos se recomienda tomar medidas de control del contenido de agua en el tramo. Ello se consigue garantizando la impermeabilización del terreno a través de la construcción de veredas (bordes), bombeo adecuado de la calzada, sellado de juntas apropiadas, mantenimiento y mejora del sistema de drenaje pluvial lateral y su desembocadura en las alcantarillas proyectadas.

Para el diseño de la estructura del pavimento debe considerarse que el valor relativo de soporte (CBR) ZG I, es de 1.5 para una densidad máxima de 100% del Próctor Estándar, ZGII es de 4.5 para una densidad máxima de 100% del Próctor Estándar, ZGIII del relleno no granular a emplear, es de 12.0 para una densidad máxima de 95% del Proctor Modificado

En las áreas laterales de la vía se recomienda eliminar el material hasta una profundidad de 0.30 m desde el fondo actual de cuneta y desde el borde de la calzada existente hasta el límite de veredas del proyecto. Asimismo, todo relleno controlado deberá realizarse con un material no propenso al fenómeno de expansión/contracción y con clasificación AASHTO igual o superior a A-4.

La cantera Rio Pachitea por su bajo contenido de finos (2.5%) y su módulo de fineza (2.42) superior al mínimo recomendado por la norma, constituye mejor calidad que otras fuentes identificadas en la zona. Es decir, se recomienda priorizar su explotación y empleo en la producción de concreto.

Con los parámetros de área de aporte, intensidad de lluvia y coeficiente de escorrentía se pudo determinar por el método racional los caudales que transitan para cada tramo y la acumulación de ellos., siendo la propuesta de alcantarilla ALTO = 0.70 m ANCHO = 2.20m

## 11. BIBLIOGRAFÍA.

SEACE, Resumen ejecutivo pistas y veredas, Disponible en: [zonasegura.seace.gob.pe/mon/docs/procesos/2012/.../911796074radA388F.pdf](http://zonasegura.seace.gob.pe/mon/docs/procesos/2012/.../911796074radA388F.pdf)

Becerra-Salas. *“Comparación técnico económica de las alternativas de pavimentación flexible y rígida a nivel de costo de inversión”*. Lima, junio de 2013

Decreto Ley N°23,098-80. Creación del departamento de Ucayali, Lima. Perú

ASOCEM. *Asociación de Productores de Cemento del Perú. Artículo periodístico*, 2016. Lima. Peru.

Huang, Y. (2004) *Pavement analysis and design* (Segunda ed.) New Jersey: Pearson Prentice Hall. Pág.11. 9

Decreto Supremo N° 058-2003-MTC. Reglamento Nacional de vehículos 2000, Lima, Perú.

American Society for testing and materials (ASTM). USA

American Association of stateinghw and transportate officials (AASHTO)

Ríos, M. B.S, *Comparación Técnica–Económica de las Alternativas de Pavimentación Flexible y Rígida a Nivel de Costo de Inversión”*. Tesis para optar el Grado de Master en Ingeniería Civil con mención en Ingeniería Vial, Universidad Nacional de Piura. Lima 2013.

Martínez. V, Geotecnia para Ingenieros, Volumen I - Principios Básicos, Lima 1990, Lluvia Editores.

Martínez, V, Geotecnia para Ingenieros, Volumen II - Mecánica de Suelos, Lima 1991, Editorial.

Rico, A y Del Castillo, H. La Ingeniería de Suelos en las Vías terrestres – Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas, Volumen 1 y Volumen 2 , México 1998, Editorial Limusa.

Atlas del Perú. Copyright by 1989 Instituto Geográfico Nacional.

Crespo, V, C. Mecánica de Suelos y Cimentaciones, México 1998, Editorial Limusa.

Coronado, J. *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*. Guatemala: Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA).

Geología del Cuadrángulo de Pucallpa, INGEMMET, Lima - Perú, 1996. BOLETIN Nº 67. Serie A: Carta Geológica Nacional.

Gran Geografía del Perú. Naturaleza y Hombre. Volumen I. Geología del Perú, por el Dr. Mariano Ibérico. Manfer - Juan Mejía Baca. Tercera Edición, 1988.

Suárez, D. J. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Bucaramanga 1998. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y deslizamientos.

Torres, V. J.A. Diseño de Pavimentos para Carreteras y Aeropuertos, Tomo II. Ministerio de Educación Superior – La Habana, 1985.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 (Segunda edic.) 2000, Lima: Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones Manual de diseño geométrico para carreteras *DG-2001*. Perú: MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Estadísticas de Transporte carretero. Portal de estadísticas del MTC. <<http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/index.html>>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (2013)

Montejo, A. (2006) Ingeniería de pavimentos (Tercera ed.) Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Pág.5

Reglamento Nacional de edificaciones. Norma E.060 de concreto armado. Perú: Diario Oficial El Peruano.

Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología Del Perú. <<http://www.senamhi.gob.pe>

Reglamento Nacional de Edificaciones. Actualizado, concordado, normas complementarias. Lima 2006, Cámara Peruana de la Construcción.