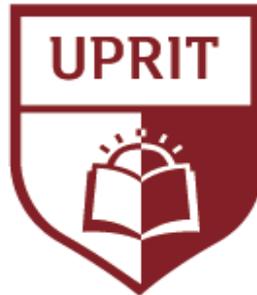


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE TRAFICO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL
DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA CESAR VALLEJO,
TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE BACHILLER**

AUTORES:

Ccuno Paja, Javier

Ruelas Calisaya, Eberth Armado

TRUJILLO – PERÚ

2020



HOJA DE FIRMAS

ING. ENRIQUE DURAND BAZÁN

ING. GUIDO ROBERT MARIN CUBAS

Contenido

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
I. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Realidad Problemática:	6
1.2. Formulación del Problema.....	7
1.3. Justificación:.....	8
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivos específicos	8
1.5. Formulación de la Hipótesis:	9
1.6. Antecedentes:	9
1.7. Bases Teóricas:.....	11
1.7.1. Índice Medio Diario Anual.....	11
1.7.2. Clasificación de las Vías según su Demanda.....	13
1.7.3. Clasificación según condiciones orográficas	14
1.7.4. Clasificación de vías urbanas	14
1.7.5. Diseño de pavimentos.....	15
1.7.6. Clasificación de Pavimentos	16
1.7.7. Elementos de un pavimento flexible	16
1.7.8. Parámetros básicos para el diseño	17
1.7.9. Actividades de Mantenimiento.....	18
1.7.10. Ciclo de vida de los pavimentos	18
1.7.11. ESALs De Diseño	20
1.7.12. Daños del pavimento.....	22
1.7.13. Definición de términos básicos.....	23
II. MATERIALES Y METODOLOGIA.....	25
2.1. Material de Estudio	25
2.1.1. Población.....	25
2.1.2. Muestra.....	26
2.2. Técnicas, procedimientos e instrumentos	26
2.2.1. Para Recolectar Datos	26



2.2.2. Para Procesar Datos	27
III. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	29
3.1. Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal	29
3.2. Cálculo del Índice Medio Diario Anual	31
IV. CONCLUSIÓN.....	33
V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	34
VI. ANEXOS.....	36

RESUMEN

Este es un trabajo de investigación que tiene por objeto elaborar el Estudio de Trafico para el Diseño de la Estructura del Pavimento de la Avenida César Vallejo en el Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo. Esta avenida es un eje colector de importancia que une la avenida América Oeste con la Avenida Pesqueda. La vía tiene un longitud total en el tramo de 1.3 Km aproximadamente, entre la Avenida América y la Avenida Pesqueda y según lo observado los investigadores se presenta un notable deterioro por lo que se requiere evaluar de manera técnica su estado de conservación y decidir su mantenimiento o rehabilitación. El crecimiento económico aunado al crecimiento poblacional, ha originado un crecimiento en el parque automotor de Trujillo, tanto de transporte publico, como privado y vehículos pesados, en algunos casos no previsto en los diseños de vías originalmente, lo que viene deteriorando las vías. Asimismo, Trujillo el año 2017 vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero que originó precipitaciones y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular de este sector de la Ciudad que es la Avenida Cesar Vallejo en Trujillo.

Las Vías Colectoras son aquéllas que forman parte del Sistema Vial Urbano, y permiten la circulación hacia y desde vías arteriales. Las vías urbanas forman parte del desarrollo de las ciudades del país y están a cargo de los Gobiernos Municipales. Con el mejoramiento y rehabilitación de esta vía tendremos mejores carreteras para trasladarse al centro de la ciudad y centros de labores, y lograremos el desarrollo anhelado de los pobladores. Los estudios de tráfico son un paso previo indispensable para poder diseñar posteriormente el paquete estructural del pavimento para satisfacer la demanda específica. Para la presente investigación, el estudio de tráfico se realizó siguiendo la metodología recomendada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con el conteo del número de vehículos de diferentes tipos previamente definidos, que pasan en un punto de control durante tres días de la semana como mínimo.

Los datos de conteo de tráfico, permitirán determinar el Índice Medio Diario Anual de Vehículos actual y posteriormente el proyectado a 10 años, requerido para el diseño estructural del pavimento. Como resultado se determinó que la Avenida César Vallejo actualmente soporta 21,000 vehículos por día y se prevé al 2030 alcance 30,198 vehículos por día.

ABSTRACT

This is a research project that aims to prepare the Traffic Study for the Design of the Pavement Structure of César Vallejo Avenue in the District of Trujillo, Trujillo Province. This avenue is an important collector axis that connects América Oeste Avenue with Pesqueda Avenue. The road has a total length of approximately 1.3 km, between América Avenue and Pesqueda Avenue, and as observed by the researchers there is a significant deterioration, so it is necessary to evaluate its conservation status in a technical manner and decide its Maintenance or rehabilitation. Economic growth coupled with population growth, has led to a growth in the Trujillo automotive park, both public and private transport and heavy vehicles, in some cases not originally planned in the road designs, which has deteriorated the roads. Also, Trujillo in 2017 experienced a weather phenomenon known as Niño Costero that caused rainfall and water runoff that affected urban roads in general and in particular of this sector of the City that is Cesar Vallejo Avenue in Trujillo.

The Collection Tracks are those that are part of the Urban Road System, and allow circulation to and from arterial roads. Urban roads are part of the development of the country's cities and are in charge of the Municipal Governments. With the improvement and rehabilitation of this road we will have better roads to move to the city center and work centers, and we will achieve the desired development of the inhabitants. Traffic studies are an essential preliminary step to be able to design the structural pavement package later to meet the specific demand. For the present investigation, the traffic study was carried out following the methodology recommended by the Ministry of Transportation and Communications, with the count of the number of vehicles of different types previously defined, which pass at a checkpoint for three days of the week as minimum.

The traffic count data will allow the current Annual Average Daily Vehicle Index to be determined and subsequently the projected 10-year, required for the structural design of the pavement. As a result, it was determined that César Vallejo Avenue currently supports 21.000 vehicles per day and is expected to reach 30,198 vehicles per day by 2030.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática:

En el mundo en general y en países de Latinoamérica como Colombia en particular, al día de hoy el estado de las vías nacionales ya sean primarias secundarias o terciarias no se encuentran en el rango de competitividad que estas ameritan, a pesar que las vías y carreteras son reconocidas como el principal medio de comunicación entre diferentes lugares tanto en el ámbito nacional como local, por tal motivo su utilización es permanente y necesaria para el desarrollo en varios aspectos (Sierra Diaz & Rivas Quintero, 2016)

Según INEI (2019) la población del Perú este año alcanza los 32 millones 131 mil habitantes, y nuestra población aún continúa creciendo año a año, según los resultados de la revisión de las estimaciones y proyecciones de población 2019. Así en el año del Bicentenario de la Independencia del Perú, nuestro país contará con 33 millones 35 mil habitantes, y se prevé que en el 2030 la población bordeará los 35 millones 792 mil personas. Toda esta población necesita nuevos servicios, realiza actividades económicas y requiere transportarse en un número cada vez más creciente de vehículos. Este dato es más crítico si consideramos que a mediados del Siglo XXI la población estimada es de 39 millones 363 mil habitantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2019)

Según Valdéz, Pérez, & Calabi (2012), el desarrollo económico de cada país está rigurosamente unido con en el desarrollo de sus sistemas de transporte e infraestructura, por ejemplo, las industrias pueden abastecerse de inmediato con los insumos requeridos para producir sus productos y estos al estar terminados acceden de inmediato al mercado logrando un crecimiento económico estable. En este estudio se determina la influencia y los mecanismos de deterioros más incidentes que dañan las carreteras, por ejemplo, la fisuración de capas asfálticas. El crecimiento económico de un país se ve facilitado por un sistema de transporte eficiente, por lo que es una necesidad tener infraestructuras de carreteras que no presenten deterioros o estos sean mínimos. Un avance en este estudio fue cuando se hizo un análisis descriptivo para simular los mecanismos de la actualidad como es la fisuración a través de ensayos experimentales determinando las ventajas y desventajas de estos. (Valdes, Perez, & Calabi, 2012)

En el Perú, según datos de diversos autores el mejoramiento de las carreteras ha permitido el crecimiento económico de varios centros poblados dedicados a actividades, agrícolas y comerciales. Así, según lo observado por los investigadores se ha originado un crecimiento en el parque automotor de Trujillo, debido al crecimiento poblacional, aunado al crecimiento económico, originando en algunos casos deterioro de las vías, cuando estos flujos no están previstos.

Asimismo, en Trujillo el año 2017 se vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero, el cual originó precipitaciones y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular la Avenida Cesar Vallejo, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo. Dicha avenida es de suma importancia ya une la avenida América Oeste con la Avenida Pesqueda. La vía tiene un estudio un tramo total de 1.3 Km, entre la Avenida América y la Avenida Pesqueda y se ha observado por los investigadores que se presenta un notable deterioro superficial e incluso baches profundos en algunos sectores, afectado el tránsito respecto a la velocidad de desplazamiento y el deterioro de los vehículos.

La presente investigación nos permitirá en una primera instancia clasificar y cuantificar el volumen de tráfico que circula por esta importante vía de Trujillo, lo que posteriormente nos permitirá elaborar el estudio el mejoramiento y rehabilitación de esta Avenida César Vallejo, que se caracteriza por ser una zona muy transitada de Trujillo.

La presente investigación beneficiara a la población de Trujillo, y los habitantes de los pueblos de Distrito de El Porvenir en particular.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el Estudio del Trafico actual y proyectado para el diseño del pavimento en avenida Cesar Vallejo, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo, La libertad?.

1.3 Justificación:

La presente investigación se justifica por su relevancia social, ya que contribuirá a solucionar la necesidad que tienen los habitantes de este sector de Trujillo de una de las vías en buen estado, lo que se lograra cuando se realice el mejoramiento y rehabilitación de dicho camino, superando las malas condiciones que se encuentra por falta de mantenimiento y las condiciones climatológicas, como ya mencionamos.

Asimismo, la presente investigación se justifica por su aporte metodológico, ya que servirá de guía para hacer estudios similares en otras zonas de Trujillo y del país. Como mencionamos en la realidad problemática de esta investigación el mantenimiento de las vías es actualmente un gran problema en muchos lugares.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Determinar cuál es el volumen de tráfico actual y el tráfico proyectado para el diseño estructural del pavimento avenida Cesar Vallejo, Distrito de Trujillo y provincia de Trujillo, Región La libertad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los tipos diversos de vehículos que transitan por la vía en estudio.
- Efectuar un conteo de los diferentes tipos de vehículos identificados.
- Calcular el Índice Medio Diario Semanal y aplicar el factor de corrección estacional.
- Estimar el Índice Medio Diario Anual, actual y el tráfico proyectado para 10 años para el diseño estructural del pavimento en la Avenida en estudio.

1.5 Formulación de la Hipótesis:

No se formulará hipótesis. Según Hernández, Fernández & Baptista (2003), para una investigación descriptiva no siempre es necesario formular una Hipótesis. (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2003)

1.6 Antecedentes:

Como antecedentes a continuación presentamos algunas investigaciones previas que nos han servido para describir las Bases teóricas del estudio de tráfico y diseño de carreteras, así como para definir los procedimientos de recolección y análisis de datos.

En su Tesis de pregrado, Yesquen (2016) titulada Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño PCI en el entorno del distrito de Surquillo-Lima; tuvo como objetivo determinar la condición del pavimento, a través del estudio visual usando el índice de condición de pavimento (PCI), En su desarrollo aplicando la metodología del índice de desempeño PCI (Índice de Condición de Pavimento), en el distrito de Surquillo-Lima, se ha evaluado el estado del pavimento con un estudio, recolección y evaluación de datos, posteriormente clasificarlo y obteniendo una base racional para darle un oportuno y adecuado mantenimiento. Como resultados se obtuvo en el análisis del PCI: Sector A contiene un pavimento Bueno 64%, Regular 25%, Muy pobre 11%, Sector B contiene un pavimento Bueno 20%, Regular 80%, Sector C contiene un pavimento Bueno 67%, Regular 33%, Sector D contiene un pavimento Bueno 25%, Regular 39%, pobre 36%, Sector E contiene un pavimento Bueno 38%, Regular 62%. Como conclusión se obtuvo que los resultados en este proyecto del estado de conservación del pavimento flexible serán favorables para la creación de nuevas alternativas de solución para el mantenimiento de la vía a bajos costos, dándole una mayor vida útil al pavimento, brindando mantenimiento adecuado y corrigiendo a tiempo el mal uso de la vía. Dicho trabajo nos aportara para el desarrollo de la metodología de recolección de información y para el análisis de resultados. (Yesquen, 2016)

Gonzales García & Gonzales Blas (2014) , en su tesis de pregrado “Diseño para el mejoramiento de la carretera Julcan – Carabamba (a nivel afirmado) en el Distrito de Carabamba Provincia de Julcan – La Libertad ”, afirman que “la trocha carrozable entre las localidades de Julcan y Carabamba

carece de mantenimiento lo cual imposibilita el transporte adecuado y con las condiciones de inseguridad necesaria para pobladores y productos en cualquier época del año, la trocha carrozable se torna muy difícil e insegura de transitar principalmente en el periodo avenidas pluviales (Diciembre – Marzo), dejando a las poblaciones aisladas e incomunicadas”. (González García & Gonzales Blas, 2014). Los investigadores en una investigación descriptiva plantean una propuesta de diseño y concluyen con un diseño que supera esta realidad. Esta investigación nos permitirá ampliar la realidad problemática y nos servirá para el planteamiento de las técnicas de recolección de datos.

Arias y Sarmiento (2015), en tesis titulada: Análisis y diseño vial de la Avenida MÁRTIR OLAYA ubicada en el distrito de LURÍN, departamento de LIMA; plantea como principal problema el que presentan las vías por su mala conservación, se identifican los daños existentes en la capa de rodadura ocasionados por el aumento del flujo de vehículos livianos como autos y camiones, y por la generación de un nuevo flujo de tránsito de vehículos pesados por las necesidades de transporte. Dicho estudio es de tipo experimental; la población y muestra total estuvo conformada por la avenida MÁRTIR OLAYA ubicada en el distrito de LURÍN del departamento de LIMA. Se usaron las metodologías definidas por la AASTHO 93 para el diseño de la vía. Para finalizar se llegó a la siguiente conclusión en cuanto a el método AASTHO 93, del cual se puede decir que es una herramienta más completa para el análisis y diseño de pavimentos. Se puede analizar los daños de diversos vehículos de manera individual como la deformación permanente y el agrietamiento por fatiga del pavimento. Asimismo, el AASTHO 2008 exige datos de entrada o inputs del clima, materiales, tráfico específicamente de la zona en donde se va a llevar a cabo la construcción de la vía. Para obtener todo esto debemos desarrollar base de datos climáticos detallados para diferentes regiones, implementar base de datos de espectro de carga para diferentes vías, mediciones de coeficientes de expansión térmica, finalmente llegar a desarrollar base de datos de módulos resilientes; asimismo, se necesita implementar modelos de deterioro de pavimentos para poder predecir fallas como fatiga, deformación, ahuellamientos y deformación térmica. (Sarmiento & Arias, 2015)

Antes, Lázaro Bazán & Liñán Ponte (2014) en su tesis de pregrado titulada “Diseño para el mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Angasmarca – Las manzanas – Colpa seca, Distrito de Angasmarca, Provincia de Santiago de Chuco, Región la libertad”, tomaron en cuenta diferentes estudios y criterios básicos para el diseño de una vía, los cuales se van a desarrollar en distrito de Angasmarca. El trabajo se inicia con la recopilación de información referida a la zona,

reconocimiento del terreno, levantamiento topográfico, trabajo en gabinete utilizando software de diseño de carreteras los cuales arrojan una longitud de 12 km, se realizó también el estudio de tráfico en la zona, realización de 12 calicatas encontrándose en su mayoría un suelo arcilloso-limoso con CBR menor al 3%, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, estudio hidrológico y elaboración del presupuesto (Lázaro Bazán & Liñán Ponte, 2014). Este antecedente es una guía metodológica para el diseño de una vía en la región la Libertad

1.7 Bases Teóricas:

1.7.1 Índice Medio Diario Anual

Es un indicador que represente el promedio diario de vehículos por tipo que pasan por una vía. Según definen Normas Nacionales se obtiene a partir del conteo de vehículos durante siete días continuos en una semana, durante las 24 horas. El promedio del conteo de vehículos realizados durante la semana se conoce como Índice Medio Diario Semanal.

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

$$\text{IMDA} = \text{FC} \times \text{IMDS}$$

Factores de Corrección (FC)

A partir de los volúmenes diarios semanales por tipo de vehículo, se calcula el IMDA aplicando el factor de corrección. El Factor de Corrección recomendado para vías urbanas es de 1.10, es preciso mencionar que los valores que se consideran incluye el tránsito contabilizado en ambos sentidos (PEREDA RONDON, & MONTOYA SALAS, , 2018)

El factor de corrección estacional es calculado a partir de mediciones en las estaciones de Peaje por el MTC. Se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de Peaje, con la finalidad que en otros estudios se pueda hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales (a lo largo de año)

debido a diversos factores como: cambio en las necesidades recreacionales, condiciones climatológicas, las vacaciones escolares, las épocas de cosechas, las festividades, etc; que se producen durante el año.

$$FC = \frac{IMDa \text{ Unidad Peaje}}{IMD \text{ del mes del estudio de la unidad de peaje}}$$

Dónde:

IMDa = Índice Medio Diario Anual clasificado de la U. Peaje

IMD_{mes del Estudio} = Índice Medio Diario, del mes en U. Peaje

Composición vehicular:

Según (Vargas, Rincon, & Gonzalez, 2013) los vehículos se han clasificado de las siguientes maneras:

- Autos: corresponden a todos los vehículos livianos (de cuatro ruedas).
- Buses: incluyen los buses, busetones y busetas.
- Camiones: corresponden a todos los vehículos de carga de más de cuatro ruedas. Se han clasificado de acuerdo con el número de ejes así:
- Camión C2: de dos ejes.
- Camión C3: de tres ejes.
- Camión C4: de cuatro ejes.
- Camión C5: de cinco ejes.
- Camión > C5: de más de cinco ejes.
- Motos: vehículos livianos de 2 ruedas a 3 ruedas.

Cada uno de los tipos de vehículos contados, sirve de base para calcular el tráfico proyectado a un determinado periodo. Usualmente 5 o 10 años. Se utilizaría la siguiente formula.

	$Tr = T (1 + Rt)^{(n-1)}$
Donde:	
	Tr = Proyeccion de trafico en años "n"
	T = IMD promedio del periodo de analisis
	Rt = Tasa de crecimiento poblacional aplicada
	n = Periodo de diseño

Según recomiendan diversos autores a este tráfico así calculado, debe adicionarse un tráfico generado, que es el resultado del mayor número de vehículos que antes circulaban por otras vías, en algunos casos más cortas, que ahora circularan por esta vía al encontrarse en buen estado

1.7.2. Clasificación de las Vías según su Demanda

a. Autopista de primera clase.

Son carreteras con IMDA (índice Medio Diario Anual) mayor a 6,000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00m: cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo con control total de accesos (ingreso y salida) que proporcionan flujos vehiculares sin cruces y pasos a nivel. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018).

b. Autopista de segunda clase

Corresponden a las carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzada dividida por medio de un separador central que puede variar de 6.00m hasta 1.00m, en cuyo caso se instalara un sistema de contención vehicular, cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo con control parcial de accesos (ingreso y salida) que proporcionan flujos vehiculares; pueden tener cruces y pasos a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018).

c. Autopista de tercera clase.

Son las carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60m de ancho mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018).

1.7.3. Clasificación según condiciones orográficas

Las vías del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por donde discurre su trazado, se clasifican en:

- Terreno plano (TIPO 1)
- Terreno ondulado (TIPO 2)
- Terreno accidentado (TIPO 3)
- Terreno escarpado (TIPO 4)

1.7.4. Clasificación de VÍAS URBANAS

Las vías urbanas son el espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentra dentro del límite urbano. Según la función que prestan se clasifican en:

- Vías Expresas;
- Vías Arteriales;
- Vías Colectoras; y
- Vías Locales.

i. VÍAS EXPRESAS

Son vías que unen zonas de elevada generación de tráfico, transportando grandes volúmenes de vehículos livianos, con circulación a alta velocidad y limitadas condiciones de accesibilidad, permitiendo conexiones interurbanas con fluidez alta. Eventualmente, el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en carriles segregados con paraderos en los intercambios. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercancías ni el tránsito de peatones.

ii. VÍAS ARTERIALES

del tráfico a las vías colectoras y locales. Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez media, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de las áreas colindantes. En su recorrido no es permitida la descarga de mercancías. Se usan para todo tipo de tránsito vehicular. Son vías que deben integrarse con el sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición Eventualmente el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante

buses en vías exclusivas o carriles segregados con paraderos e intercambios. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

iii. **VÍAS COLECTORAS**

Son todas las vías que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales, dando servicio tanto al tránsito vehicular, como acceso hacia las propiedades adyacentes. El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales y con controles simples con señalización horizontal y vertical, cuando empalman con vías locales. El estacionamiento de vehículos se realiza en áreas adyacentes, destinadas especialmente a este objetivo. Se usan para todo tipo de vehículo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

iv. **VÍAS LOCALES**

Son todas las vías que tienen por objeto el acceso directo a las unidades inmobiliarias residenciales, comerciales e industriales y permiten la circulación dentro de dichas áreas. Se subdividen en Vías Locales Principales y Vías locales secundarias, en función a su ancho de vía, siendo las primeras las que recolectan el tráfico de las vías locales secundarias. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

1.7.5. DISEÑO DE PAVIMENTOS.

Juárez y Rodríguez (2005) define pavimentos como capa o conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento de una obra vial, cuya finalidad es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito de los vehículos, el intemperismo producido por los agentes naturales y a cualquier otro agente perjudicial. Asimismo, como función estructural un pavimento tiene la de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005)

El pavimento es una base vertical que está constituido de varias capas de diferente espesor, los cuales son capaces de soportar una sobrecarga en su forma natural o con intervención del hombre basado en un diseño específico.

1.7.6. CLASIFICACION DE PAVIMENTOS

Los pavimentos dependen del material que los compone, este nos permite determinar su clasificación: pavimentos flexibles, pavimentos rígidos (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005).

- a. Pavimentos flexibles: Estos pavimentos están constituidos por capas de material granular el cual tiene una capa de superficie de material asfáltico. Este pavimento permite que la distribución de las cargas que recibe sea distribuida de forma uniforme en toda su estructura permitiendo que no haya alguna falla estructural en él.
- b. Pavimentos rígidos: Este pavimento está constituido por diversas capas y tiene una capa de superficie de rodadura de concreto y en algunos casos esta reforzada con acero, esta carpeta de rodadura se encuentra apoyada en la subrasante, la construcción de una sub base solo será si la sub rasante no tiene las propiedades necesarias para soportar las cargas producidas por el tránsito, este pavimento se caracteriza por ser resistente al agua.
- c. Pavimentos semirrígidos: Este pavimento está constituido por diversas capas y tiene una capa de superficie conformada generalmente por bloques. Esta carpeta de rodadura se encuentra apoyada en la subrasante.

1.7.7. ELEMENTOS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Los pavimentos flexibles son una estructura conformada por una o varias capas de materiales apoyados íntegramente sobre el terreno, se diseñan y construyen técnicamente con materiales preparadas para soportar las cargas repetidas del tránsito, para diferentes condiciones climáticas, sin agrietarse o deformarse excesivamente y con capacidad de transmitir las a los suelos de fundación, sin provocar hundimientos o asentamientos excesivos, dentro de un rango de serviciabilidad y durante su periodo de diseño de estructura del pavimento (Escobar, 2017)

Todo pavimento flexible esté conformado por una capa de sub rasante preparada y compactada a una densidad específica, una capa de sub-base que puede ser omitida dependiendo de la calidad de

la sub rasante, una capa de base que se coloca sobre la sub-base, o sobre la sub rasante. Sobre la base se conforma la carpeta asfáltica que consiste de una mezcla de material bituminoso y agregados. El método AASHTO es un método básico en resultados empíricos de la carretera. AASHTO en los años 1972 publicó la guía para el diseño de estructuras de pavimento, cuyas revisiones fueron publicadas en 1981, 1986, 1993 y la actual versión de 2008 (Ayala, 2014).

Según, Procedimiento de diseño de pavimento flexible (2018), este está compuesto por:

- Sub- rasante: Esta superficie está constituida por el suelo en su forma natural o en algunos casos requiere de cortes y rellenos, para una estabilización previa compactación para adquirir la resistencia según el diseño de estudio deseado.
- Sub- base: Esta capa es constituida de material granular la cual será compactada según el ensayo Proctor estándar y a la vez es económica para su construcción, la cual se encuentra apoyada en la sub- rasante. Esta se encargara de transmitir de forma uniforme las cargas recibidas de la base así mismo estas serán transmitidas a la subrasante.
- base: Es una de las capas que requiere una construcción con un espesor según los resultados de los estudios realizados, porque esta será la que soporte las cargas del tránsito que serán transmitidas a la base y posteriormente a la subrasante y así prevenir la deformación del pavimento. Esta debe ser resistente al agua para garantizar la adecuada funcionalidad en toda la vida útil del pavimento.
- Carpeta de rodadura: Esta capa recibe de forma directa las cargas producidas por las moviidades que lo transitan, por ello la superficie de esta debe ser apropiado para el tránsito de las moviidades y así transmitir la cargas a la base de forma eficiente a si mismo esta debe ser resistente a la intemperie para proteger de esta manera la estructura.

1.7.8. Parámetros básicos para el diseño

Para alcanzar los objetivos trazados deben evaluarse y seleccionarse los siguientes parámetros que definen las características del proyecto.



- Estudio de volumen de tránsito
- La velocidad de diseño en relación al costo del camino
- La sección transversal del diseño
- El tipo de superficie de rodadura

1.7.9. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Según el Ministerio de Vivienda (2010), en la Norma CE 010 sobre pavimentos urbanos, adicionalmente a la Rehabilitación que es el refuerzo estructural del pavimento cuando ha cumplido su Vida de Servicio, hay cuatro actividades de mantenimiento, se clasifican en términos de su frecuencia:

- a. Mantenimiento urgente, necesario para hacer frente a emergencias y problemas que requieren acción inmediata, cuando bloquean una vía. Por ejemplo: remoción de obstáculos, colocación de señales de peligro y trabajos diversos (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010).
- b. Mantenimiento periódico, requerido a intervalos de algunos años. Por ejemplo: sellado de toda la superficie, recapeos, reposición de losas aisladas, reparación de bermas y señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito), reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, resellado de juntas.
- c. Mantenimiento rutinario, requerido de manera continua en todas las vías, independientemente de sus características o volumen del tráfico. Por ejemplo: barrido, corte de gras, mantenimiento de alcantarillas, limpieza de drenes y cunetas, y mantenimiento de la señalización.
- d. Mantenimiento recurrente, requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas. (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010)

1.7.10. Ciclo de vida de los pavimentos

Según Martínez (2015), van tomando mucha importancia las tareas de conservación y rehabilitación de pavimentos, porque estos se deterioran con el paso del tiempo y con el tránsito. Una adecuada administración de pavimentos garantiza la preservación de la inversión inicial de manera de prolongar la vida del pavimento. Entonces es muy importante hacer permanente la conservación y

el mejoramiento de la red vial para las autoridades locales y también para la sociedad en general, para contribuir al crecimiento y desarrollo de las diferentes localidades del país, generando un ahorro en el costo de transporte y este a su vez debe ir unido a un Sistema de Gestión del Mantenimiento Vial se logra optimizar los recursos que se gastan para este tipo de proyectos e incrementar las vías pavimentadas (Martinez Rodriguez, 2015). A continuación se muestra un cuadro que describe el Ciclo de Vida del pavimento y la calidad de la superficie.

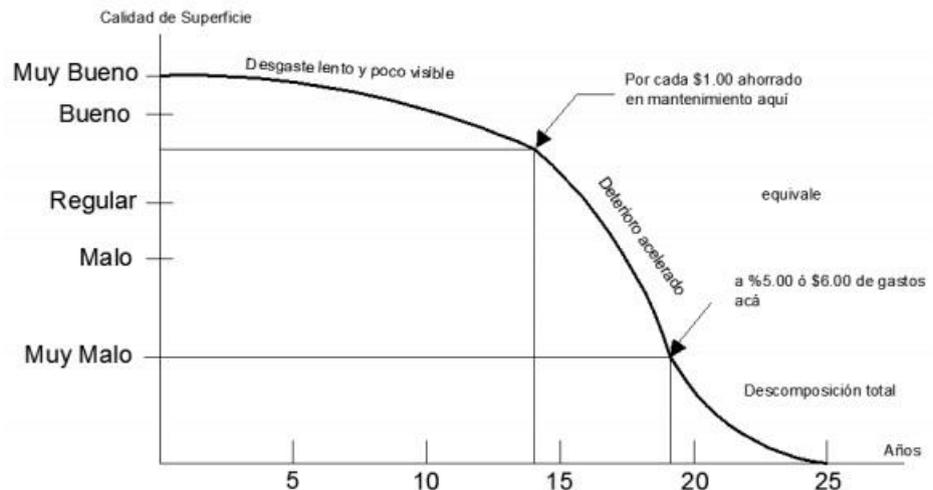


Figura 1. Ciclo de vida de los pavimentos

Fuente: Naciones Unidas.1994

Entre las intervenciones que podemos mencionar durante el Ciclo de vida del pavimento están:

- **Mejoramiento:** Consiste en el cambio de especificaciones y dimensiones de la vía, obras de arte o puentes, para lo cual. Se hace necesaria la construcción de obras en infraestructura ya existente, que permitan una adecuación de la vía a los niveles de servicio requeridos por el tránsito actual y proyectado.
- **Rehabilitación:** Se llama así cuando los trabajos tienen por objeto recuperar las características técnicas y funcionales de la carretera, respecto a la condición con la que fue construida, pudiendo incluir además la intervención de la capa de rodadura, de las capas subyacentes, recuperación de bermas, obras de arte y drenaje, señalización, así como intervenciones en algunos puntos críticos debidamente justificadas.

1.7.11. ESALs DE DISEÑO

Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el Período de Diseño. El procedimiento usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un número de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje esperada sobre la vía durante el período de diseño, en un número de cargas por eje estándar, sumándolas luego.

AÑO BASE, Es el año para el que se escogen y consideran los datos del tráfico que servirá de base al tráfico de diseño.

El método AASHTO 93

Este método tiene como objetivo analizar la resistencia de la sub rasantes para llegar a los cálculos las cargas vehiculares y espesores de capas.

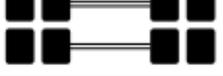
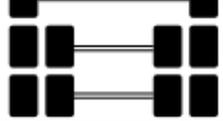
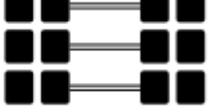
*Tabla 1.
Factores de distribución direccional y de carril para determinar
el tránsito en el carril de diseño*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMD a total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMD a total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC.

Tabla 2. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes

Configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con rueda coble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje rueda simple + 1 Eje rueda doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Rueda doble)	2 RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes rueda doble)	3RD	12	

Fuente: Guía AASHTO-93.

Nota: RS : Rueda Simple RD : Rueda Doble

Tabla 3

*Relación de cargas por rje para determinar ejes equivalentes (EE)
para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos*

Tipo de Eje	Eje Equivalente ($EE_{8,2m}$)
Eje simple de ruedas simples (EE_{S1})	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$
Eje simple de ruedas dobles (EE_{S2})	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.0}$
Eje tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1} = [P/14.8]^{4.0}$
Eje tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$
Eje tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE_{TR1})	$EE_{TR1} = [P/20.7]^{3.9}$
Eje tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE_{TR2})	$EE_{TR2} = [P/21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos en base a las correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO '93.

Tabla 4

**Relación de Cargas por Eje para determinar
Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.1}$
Eje simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.1}$
Eje tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P/13.0]^{4.1}$
Eje tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P/13.3]^{4.1}$
Eje tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P/16.6]^{4.0}$
Eje tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P/17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos en base a las correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO '93.

Tabla 5

Relación de ejes por tipos de vehículos

Clase de vehículo	Eje equivalente (8.2 tn.)
Bus (de 2 o 3 ejes)	1.850
Camión ligero (2 ejes)	1.150
Camión mediano (2 ejes)	2.750
Camión pesado (3 ejes)	2.000
Camión articulado (> 3 ejes)	4.350
Auto o vehículo ligero	0.0001

Fuente: Manual para Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

1.7.12. Daños del pavimento

Los daños en los pavimentos flexibles se deben a múltiples causas, entre las cuales se encuentran las debidas a la mala calidad de las mezclas asfálticas, ocasionadas por fallas en los procesos industriales de su fabricación o a los materiales usados en la producción de las mismas, ya sean los áridos de base o subbase o los ligantes, y por los procesos constructivos, por lo que se exige un mayor control de calidad que se debe aplicar desde el diseño y construcción de la estructura (Figuroa, 2001)

Según (Figuroa, 2001), el daño de un pavimento es una condición o un conjunto de condiciones generadas por el tránsito, el medio ambiente, la construcción o los materiales que afectan las

características funcionales o estructurales del mismo. La gran mayoría de los daños evolucionan en su nivel de severidad convirtiéndose en otros de mayor importancia para los usuarios o para la estabilidad estructural del pavimento. Se pueden presentar una causa o una combinación de ellas como origen del daño. La naturaleza del pavimento determina los tipos de daños que se presentan ligados a la estructura o a la funcionalidad.

Los daños se pueden clasificar de diferentes maneras, según el parámetro u objetivo elegido. A continuación, algunas clasificaciones:

- Una clasificación consiste en dividirlos en funcionales o estructurales. Los primeros son aquellos que afectan la seguridad o comodidad del usuario de la vía y los otros deterioran la capacidad estructural del pavimento.
- Según el origen, causa inicial o principal, se tienen los generados por repetición de las cargas vehiculares (tránsito) y otros producidos por factores ambientales, diseño, construcción o materiales.
- Según la forma o geometría del área deteriorada se pueden clasificar en fisuras o grietas (aisladas o interconectadas) y en deformaciones (transversales o longitudinales).
- Según la capa en la cual se localizan o se inician los daños se presentan daños superficiales, de interface capa granular – capa cementada, capas granulares o subrasante

1.7.13. Definición de términos básicos.

- **Estudio de tráfico.**

Investigación para conocer hasta que márgenes de volúmenes de tráfico puede estimarse y en que magnitud crecerá la demanda que afectará a la estructura del pavimento durante el periodo del análisis. Este estudio deberá otorgar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo en estudio, los cálculos del IMDA es necesario tener los índices de variación mensual y también información que el MTC. El uso de esta información nos respalda una mayor firmeza de la información obtenida y utilizada para los diversos estudios (Escobar, 2017).

- **Diseño:** Es el proceso consciente y deliberado por el cual elementos, componentes, potenciales, tendencias, etc. se disponen de forma intencionada en el continuo espacio-

tiempo con el fin de lograr un resultado deseado. (Chavira, 2017)

- **Pavimento:** Un pavimento es un conjunto de capas de material seleccionado que recibe de forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a las franjas inferiores en forma disipada, paralelamente proporcionando una superficie de rodadura, quien debe funcionar correctamente (Garcia, 2012).

1.8 Definición de Variables:

Estudio de Tráfico vehicular:

Consiste en determinar el índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial en estudio, para los diferentes tipos de vehículos. Permite conocer los límites de volúmenes de tráfico, además se puede evaluar para ver en que dimensión crecerá la demanda y afecte a la estructura del pavimento (Escobar, 2017)

Para calcular el IMDA es de necesidad de los índices de variación mensual, proporcionados en el Factor de Corrección estacional que determina el MTC. El uso de esta información nos respalda una mayor firmeza de la información obtenida y utilizada para los diversos estudios (Escobar, 2017)

Se deberá ubicar las estaciones necesarias en el tramo, para realizar los conteos de tráfico que permitan obtener muestras representativas para el cálculo de los flujos vehiculares en los diferentes sectores del tramo.

También se deberá realizar las encuestas de origen - destino (O/D) y los censos de carga necesarios para obtener entre otros, reportes del tipo de carga transportada, la presión de llantas de los vehículos, velocidad de operación, y otros detalles (tipo, marca, modelo, año, número de asientos, número de ocupantes, tipo de combustible, peso vacío, peso seco, carga útil, etc.).

El trabajo de campo deberá considerar como mínimo siete (7) días de conteos (Lunes a Domingo). A partir de la información recolectada, se determinará las proyecciones del tráfico para cada tipo de vehículo, sustentando la adopción de la tasa anual de crecimiento del tráfico. Asimismo determinará la composición del tráfico, los factores destructivos necesarios para el cálculo de ejes equivalentes de 8.2 Ton, y el número de repeticiones de EE para el periodo de diseño del refuerzo del paquete estructural.

II. MATERIALES Y METODOLOGIA

2.1 Material de Estudio

2.1.1 Población

El área de Estudios será todos los vehículos que circulan por la vía Avenida César Vallejo entre las Avenidas América y la Avenida Pesqueda.



Figura 2. Área de Estudio

2.1.2 Muestra

Se utilizará fuentes de información primaria, obtenida directamente de la Avenida en estudio en un punto de control muestreado de manera no probabilístico por conveniencia durante tres días continuos, escogiéndose dos días de la semana, y el día sábado por estimarse como los días de mayor circulación en la vía en estudio.

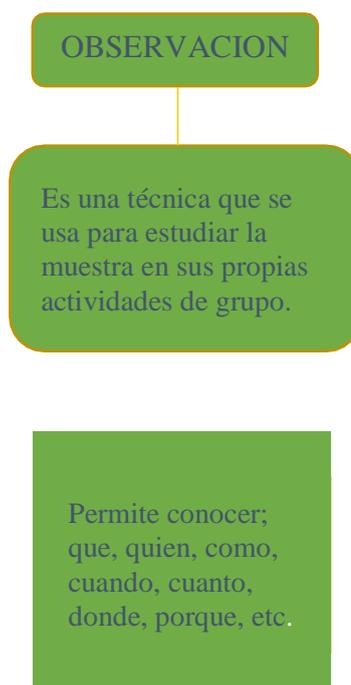
2.2 Técnicas, procedimientos e instrumentos

Se utilizará fuentes de información primaria para la evaluación de la realidad problemática y diseño de procedimientos de recolectar datos.

2.2.1 Para Recolectar Datos

Para recolectar datos, se utilizará dos técnicas, primero la encuesta que se usara para determinar las rutas de origen destino de vehículos y definir el tramo homogéneo y luego la observación utilizando como instrumento la ficha de conteo vehicular para recolectar los datos de que pasan durante 24 horas continuas durante tres días de una semana continua. Ver a continuación un ejemplo de ficha de conteo vehicular que se utilizó.

El punto de conteo vehicular será la intersección de la avenida Villareal con la Avenida César Vallejo.





2.2.2 Para Procesar Datos

Se utilizará la estadística descriptiva para procesar y elaborar cuadros con la data recolectada, como herramientas se utilizará el Excel.

III RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

3.1 Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal

Se realizó el conteo vehicular durante tres días continuos de 24 horas, obtenida la observación directamente en el punto de conteo definido para la vía urbana en estudio.

El Número de vehículos contados fue de 25, 115. Los diferentes tipos de vehículos contados, según definidos por el MTS, se indica en el cuadro siguiente:

AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	BUS 2 E	BUS >=3 E	CAMION 2 E	CAMION 3 E	CAMION 4 E	MI TRAYLER 2S1/2	SEMI TRAYLER >= 3S3	3T2
15,564.00	2,909.00	3,095.00	200.00	1,161.00	1,526.00	98.00	35.00	337.00	152.00	16.00	19.00	2.00	1.00
62%	12%	12%	1%	5%	6%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
TOTAL	25,115.00												

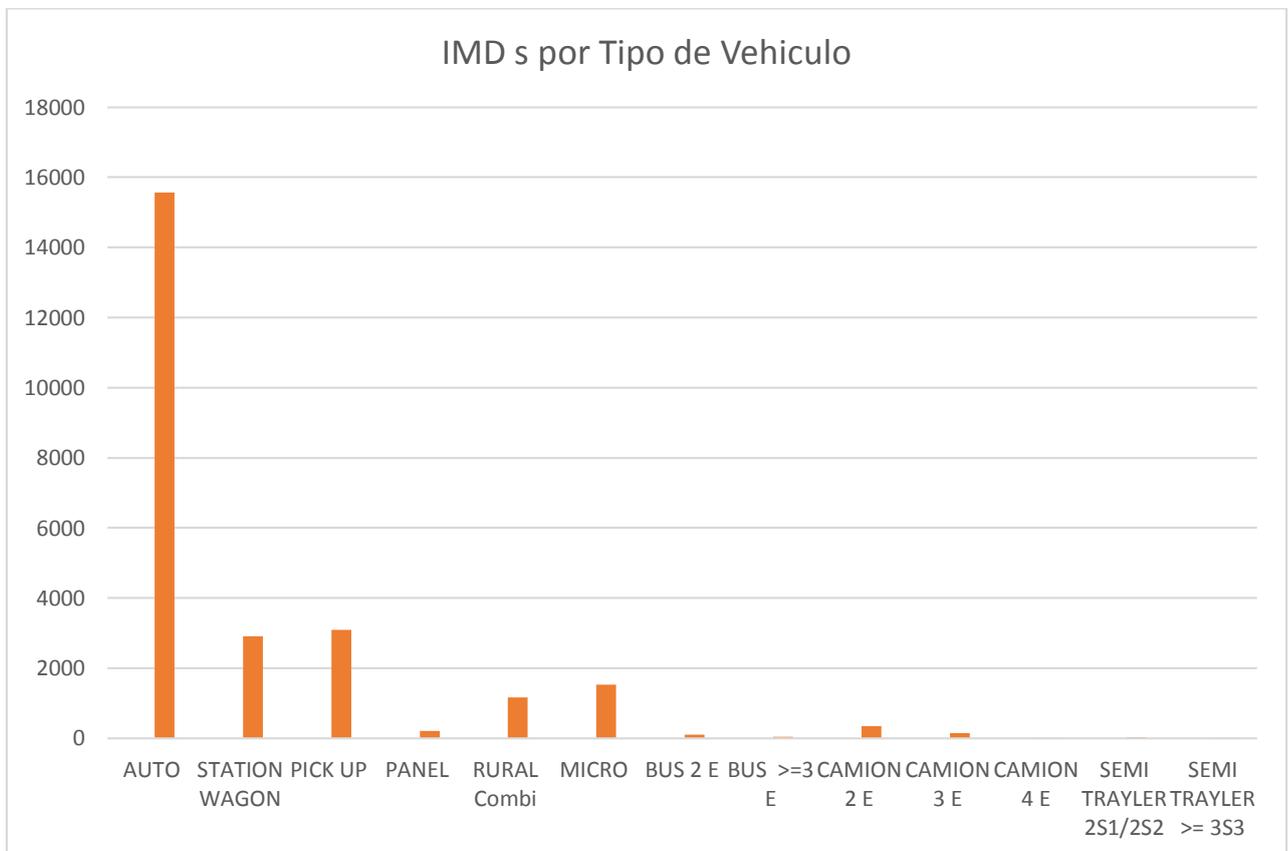


Figura 3. IMD por Tipo de Vehiculo

Fuente: Elaboracion propia

De la información anterior, se desprende que los vehículos que más circulan en el tramo en estudio en un 96% son vehículos menores entre ellos autos, station wagon y pickups.

También circula un menor número de buses, camiones y semitrayler que no llegan al 2%

De los resultados del conteo promedio semanal para el tráfico horario, se determinó que la hora pico se produce entre las 7 y 8 de la noche, como se muestra en tabla siguiente:

Tabla 6. Conteo Horario de vehículos.

HORA	No. Vehiculos
6 a 7	1575
7 a 8	1440
8 a 9	1430
9 a 10	1255
10 a 11	1378
11 a 12	1444
12 a 13	1536
13 a 14	1227
14 a 15	1218
15 a 16	1180
16 a 17	1101
17 a 18	1195
18 a 19	1491
19 a 20	1847
20 a 21	1057
21 a 22	805
22 a 23	477
23 a 24	366
1 a 2	374
2 a 3	354
3 a 4	366
4 a 5	377
5 a 6	1622
Total	25115

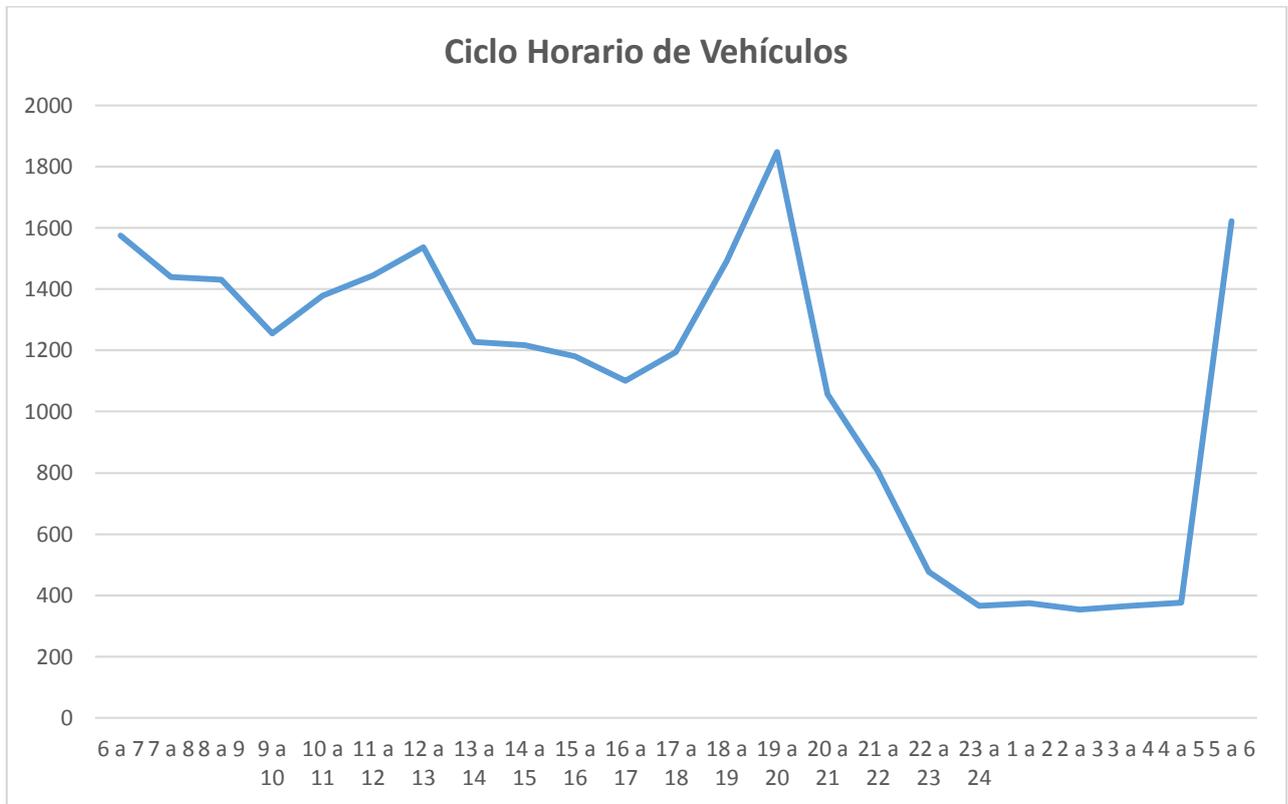


Figura 4. Ciclo Horario de Vehículos

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Cálculo del Índice Medio Diario Anual

El factor de corrección diario, permite relacionar el volumen diario con el promedio de la semana. El factor de corrección mensual (FCm), se obtuvo de los datos proporcionado por MTC para el periodo 2010-2016 del peaje cercano del punto de estudio de tráfico Menocucho ubicado sobre la ruta a la sierra Liberteña. Para el cálculo del IMDA se utilizará un Factor de Corrección estacional equivalente a 0.9317 vehículos ligeros, y 1.0902 para vehículos pesados.

N°	Peaje	Enero	Total	Código	Peaje	Enero	Total
		Ligeros	Ligeros			Pesados	Pesados
		FC	FC			FC	FC
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0000	38	MENOCUCHO	1.0902	1.0000

A partir de los datos obtenidos se puede proyectar un tráfico a 10 años, para lo cual según (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2019) se aplicará una tasa de crecimiento poblacional para La libertad de 1.3%, la que se usará para vehículos ligeros, y 1.7% que es el crecimiento del PBI regional se usará para el caso de vehículos pesados.

Asimismo se considerará en el análisis un 15% para el tráfico generado que se adiciona por la potencial mejora de la vía.

Tabla 7. Cálculo del Índice Medio Diario Anual

	IMDs	F.C.	IMDA
AUTO	15,564.0	0.9317	14,501.0
STATION WAGON	2,909.0	0.9317	2,710.0
PICK UP	3,095.0	0.9317	2,884.0
PANEL	200.0	0.9317	186.0
RURALCombi	1,161.0	0.9317	1,082.0
MICRO	1,526.0	0.9317	1,422.0
BUS 2 E	98.0	1.0920	107.0
BUS >=3 E	35.0	1.0920	38.0
CAMION 2 E	337.0	1.0920	368.0
CAMION 3 E	152.0	1.0920	166.0
CAMION 4 E	16.0	1.0920	17.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	19.0	1.0920	21.0
SEMI TRAYLER 2S3	2.0	1.0920	2.0
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	-	1.0920	-
SEMI TRAYLER >= 3S3	1.0	1.0920	1.0
TOTAL	25,115.0		23,505.0

Tabla 8. Tráfico Esperado a 10 años

		F.C.	Tasa de Crecimiento	Trafico Proyectado	Trafico Generado	Trafico Esperado
AUTO	15,564.0	0.9317	1.30%	16,289.0	2,335.0	18,624.0
STATION WAGON	2,909.0	0.9317	1.30%	3,044.0	436.0	3,480.0
PICK UP	3,095.0	0.9317	1.30%	3,239.0	464.0	3,703.0
PANEL	200.0	0.9317	1.30%	209.0	30.0	239.0
RURALCombi	1,161.0	0.9317	1.30%	1,215.0	174.0	1,389.0
MICRO	1,526.0	0.9317	1.30%	1,597.0	229.0	1,826.0
BUS 2 E	98.0	1.0920	1.70%	125.0	15.0	140.0
BUS >=3 E	35.0	1.0920	1.70%	44.0	5.0	49.0
CAMION 2 E	337.0	1.0920	1.70%	428.0	51.0	479.0
CAMION 3 E	152.0	1.0920	1.70%	193.0	23.0	216.0
CAMION 4 E	16.0	1.0920	1.70%	20.0	2.0	22.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	19.0	1.0920	1.70%	24.0	3.0	27.0
SEMI TRAYLER 2S3	2.0	1.0920	1.70%	3.0	-	3.0
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	-	1.0920	1.70%	-	-	-
SEMI TRAYLER >= 3S3	1.0	1.0920	1.70%	1.0	-	1.0
TOTAL	25,115.0			26,431.0	3,767.0	30,198.0

IV. CONCLUSIÓN

- Se ha determinado el tráfico actual para el diseño estructural del pavimento en la avenida Cesar Vallejo, Distrito de Trujillo y provincia de Trujillo, región La libertad equivalente a un IMDA de 23,505 vehículos diarios.
- Se identificó los diversos tipos de vehículos que circulan por la vía en estudio, siendo los vehículos tipo Autos que representan el 62% del volumen total, y los vehículos menores que representan el 96% del total.
- Se realizó el conteo vehicular se calcular el Índice Medio Diario Semanal igual a 25,115 vehículos.
- La estimación del tráfico proyectado a 10 años para el diseño estructural del pavimento en avenida en estudio, es de una IMDA de 30,198 vehículos.

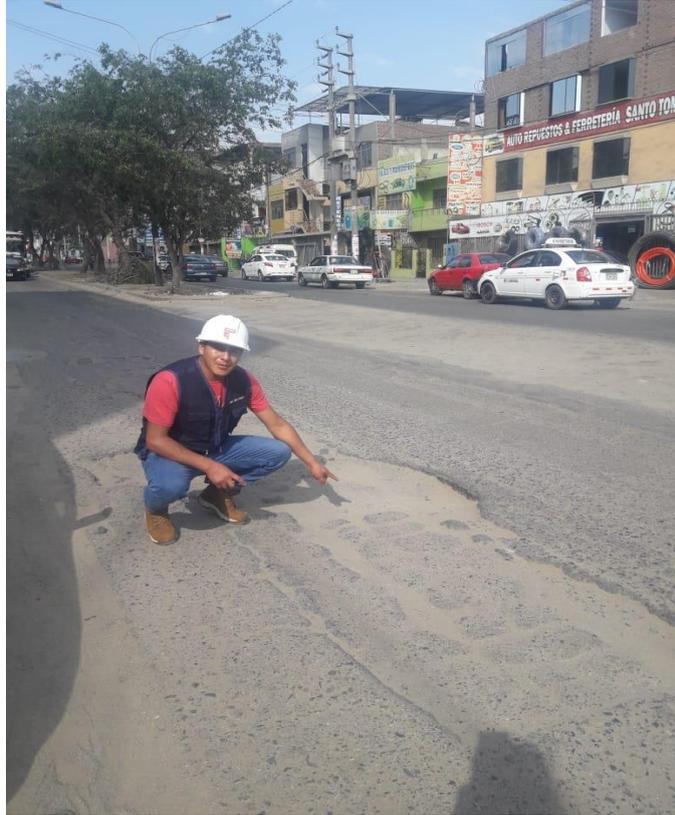
IV REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CAL Y MAYOR REYES, R., & Cárdenas Grisales, J. (2006). *Ingeniería De Transito Fundamentos y Aplicaciones*. México D.F.: Editorial Alfa Omega.
- Castaño, M. F. (2014). Pavimentos flexibles. *Analisis Cualitativo del flujo de agua de infiltracion para el control de drenaje de una estructura de pavimento flexible en la ciudad de Bogota D.C*, 21.
- Chavira, A. (24 de marzo de 2017). *Medium*. Obtenido de <https://medium.com/@alechavira/dise%C3%B1o-de-pavimento-flexible-en-la-ciudad-de-bogota-d-c>
- Escobar, L. (2017). Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en santa rosa - sachapite, huancavelica - 2017'. (Tesis de titulación), Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica. *Tesis de titulación*. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Especificaciones Generales de construccion de carreteras y normas de ensayo. (2013). 02. Caliornia: California Bearing Ratio CBR y perimeto dinamico de cono PDC.
- Figuroa, A. F. (2001). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria*. Medillin: Pontificia Universidad Javeriana.
- Garcia, A. I. (2012). Concepto de pavimento. *Revista ARQHYS*, 12. Obtenido de <https://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>
- González García, R., & Gonzales Blas, E. (2014). tesis de pregrado. *Diseño para el mejoramiento de la carretera JULCAN -. CARABAMBA (a nivel de asfalto) en el distrito de CARABAMBA, provincia Julcán – La Libertad*. Trujillo, Peru : Universidad Cesar Vallejo.
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2003). *Metodología de la Investigación*. Mexico.: Mc. Graw Hill.
- Instituto Nacional de Estadistica e Informatica - INEI. (2019). *Dia Mundial de la Poblacion 2019*. Lima: INEI.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de Suelos*. Mexico D.F.: Limusa.
- Lázaro Bazán, R. P., & Liñán Ponte, O. E. (2014). Tesis de Pregrado. *“diseño para el mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera angasmarca – las manzanas – colpa seca.districto de angasmarca – provincia de santiago de chuco – region la libertad*. Perú: Universidad César Vallejo.
- Martinez Rodriguez, D. (2015). Tesis de pregrado. *Impacto del control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos*. Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2018). Norma Tecnica. *Manual de Diseño Geometrico de Carreteras*.
- Ministerio de Vivienda y Construcción. (2010). Norma técnica. *CE010 Pavimentos Urbanos*. Perú.
- Pereda rondon, , c. P., & montoya salas, , m. A. (2018). Tesis de pregrado. *Estudio y optimizacion de la red vial avenida america sur, tramo prolongación cesar vallejo – avenida ricardo*. Trujillo, Peru: Universidad Privada Antenor Orrego.

- Sarmiento, J., & Arias, T. (2015). tesis de Pregrado. *Análisis y diseño vial de la Avenida Martir Olaya, distrito de Lurin, departamento de Lima*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Sierra Diaz, C. C., & Rivas Quintero, A. F. (2016). aplicacion y comparacion de las diferentes metodologias de diagnostico para la conservacion y mantenimiento del tramo pr 00+000 – pr 01+020 de la via al llano (dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la upz yomasa. *Tesis de Pregrado*. Bogota, Colombia: Universidad Catolica de Colombia.
- Valdes, Perez, & Calabi. (2012). La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. *Revista Científico Tecnológica Departamento Ingeniería de Obras Civiles RIOC*. Obtenido de <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1964/1754>
- Valdéz, G., Pérez, F., & Calabi, A. (2012). La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. *Revista Ingeniería De Obras Civiles, 1, 27 - 37*.
- Valdéz, G., Pérez, F., & Calabi, A. (2013). La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. *Revista Ingeniería De Obras Civiles, 1, 27 - 37*.
- Vargas, W., Rincon, M., & Gonzalez, C. (2013). *Ingeniería de Transito - Conceptos Básicos*. Colombia: Editorial Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Villalba, J. (2015). Tesis pregrado. *diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel afirmado del distrito sarin – chungay tramo: maraycito la arenilla-sanchez carrion – la libertad*. Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- Yesquen, I. (2016). Tesis de Pregrado. *Gestion y Conservacion de pavimentos flexibles a traves del indice de desempeño PCI en el entorno del distrito de Surquillo Lima*. Piura, Peru: Universidad Nacional de Piura.

VI. ANEXOS

RESUMEN DE CONTEO DE TRAFICO



Fotografía 01: fuente propia



Fotografía 02: fuente propia



FORMATO N° 1.3

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	Av. Vallejo odra. 16 (cruce con Villarreal)			
SENTIDO	de Av. Villarreal a Av. América	E ←	de Av. América a Av. Villarreal	S →
UBICACION	Trujillo			

ESTACION			
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	4	12	2019

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	201/202	203	301/302	>= 303	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
06	S																					
		0																				
06	E	444	96	12	3	18	57	15		8		1										
		0																				
07	S	489	147	27	9	35	92		2	4												
		0																				
07	E	444	107	45	5	40	85	1	1	12	1	0	1									
		0																				
08	S	334	106	39	5	28	77	2	3	11	6	2	3									
		0																				

ENCUESTADOR : 0

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____



FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	Av. Vallejo cdra. 16 (cruce con Villarreal)			
SENTIDO	de Av. Villarreal a Av. América	E ←	de Av. América a Av. Villarreal	S →
UBICACION	Trujillo			

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	4 12 2019

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	281/282	283	381/382	>= 383	2T2	2T3	3T2
08	E	238	59	41	10	28	79	1	3	16	8	2	0	1					
A		0																	
09	S	358	73	75	6	36	77	3	0	5	6	0	3	0					
		0																	
09	E	168	35	96	14	55	81	1		5	12	1	2	0					
A		0																	
10	S	347	50	49	17	29	45				22	0	2	0					
		0																	
10	E	333	7	38	4	10	36			15	0								
A		0																	
11	S	449	104	112	7	36	77	1	4	18	22								
		0																	
11	E	308	94	103	7	47	89	5	0	12	0								
A		0																	
12	S	303	59	57	13	26	55	1	0	13	10	1	2	1					
		0																	

ENCUESTADOR : _

0

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____



FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	Av. Vallejo odra. 16 (cruce con Villarreal)		
SENTIDO	de Av. Villarreal a Av. América	E ←	de Av. América a Av. Villarreal
UBICACIÓN	Trujillo		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	4 12 2019

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	281/282	288	381/382	>= 388	2T2	2T3	3T2
16	E	222	62	75	13	54	77	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A		0																	
17	S	267	55	49	6	27	22	2	0	8	6	0	0	0	1	0	0	0	0
A		0																	
17	E	156	51	68	0	28	43	4	0	4	5	0	0	0	1	0	0	0	0
A		0																	
18	S	444	52	56	5	25	55	4	1	11	8	4	1	0	0	0	0	0	0
A		0																	
18	E	555	45	77	4	33	55	11		9	9	0	2		0			2	1
A		0																	
19	S	555	59	69	3	21	68	3		9	8	3	3						0
A		0																	
19	E	555	42	56	3	35	37	9		6	5	0	0		2				1
A		0																	
20	S	489	48	554	5	19	60	4		5	3	2	0						
A		0																	

ENCUESTADOR : _

0

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____



FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	Av. Vallejo cdra. 16 (cruce con villarreal)			
SENTIDO	de Av. Villarreal a Av. América	E ←	de Av. América a Av. Villarreal	S →
UBICACIÓN	Trujillo			

ESTACION			
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA	4	12	2019

HORA	SEN- TI- DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA- VEH.																						
2	S	13	5	30							0	1		1								
2	E	6	29	23	2	2						1										
3	S	57	12	30							0	1										
3	E	6	29	23	2	2						1										
4	S	57	12	30										1								
4	E	6	29	23	2	2						1										
5	S	55	12	30								1		1								
5	E	222	29	23	2	22					1	1		1								
6	S	222	99	66		22						3										

ENCUESTADOR : _____

JEFE DE BRIGADA : _____

ING.RESPONS: _____

SUPERV.MTC : _____