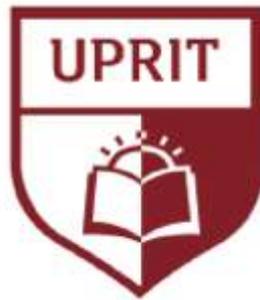


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO,
LA LIBERTAD, 2020”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL**

AUTORES:

Ccasa Huaynacho, Angel

Ccasa Huaynacho, Felimon Mauro

TRUJILLO – PERÚ

2020

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

HOJA DE FIRMAS

ING. ENRIQUE DURAND BAZÁN

ING. GUIDO ROBERT MARIN CUBAS

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”

i

Contenido

RESUMEN	5
ABSTRAC	6
I. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Realidad Problemática:	7
1.2 Formulación del Problema	9
1.3 Justificación:	9
1.4 Objetivos	9
1.4.1 Objetivo general	9
1.4.2 Objetivos específicos	10
1.5 Formulación de la Hipótesis:	10
1.6 Antecedentes:	10
1.7 Bases Teóricas:	12
1.7.1 Clasificación de vías urbanas	13
1.7.2 Definición de Pavimentos.	14
1.7.3 Clasificación de Pavimentos	14
1.7.4 Elementos de Un Pavimento Flexible	15
1.7.5 Parámetros básicos para el diseño de pavimentos.	16
1.7.6 Tipos de Mantenimiento de Pavimentos.	17
1.7.7 Ciclo de vida de los pavimentos	17
1.7.8 Medidas del Tráfico	18
1.7.9 Conteos de tráfico en intersecciones	20
1.7.10 Índice Medio Diario Anual	21
1.7.11 Composición vehicular:	22
1.7.12 ESALs DE DISEÑO	22
1.7.13 Tipo de Tráfico	26
1.7.14 Daños del pavimento	26
1.8 Definición de términos básicos.	27
II. MATERIALES Y METODOLOGIA.....	29

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

2.1 Material de Estudio	29
2.1.1 Población	29
2.1.2 Muestra.....	30
2.2 Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	31
2.2.1 Para Recolectar Datos.....	31
2.2.2 Para Procesar Datos.....	32
III RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	33
3.1 Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal	33
3.2 Cálculo del Índice Medio Diario Anual	36
III CONCLUSIÓN	39
IV REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	41
V ANEXOS	43
ANEXO 1. RESUMEN DE CONTEO DE TRAFICO.....	44
ANEXO 2. PANEL FOTOGRAFICO.....	46

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Privada de Trujillo y la ciudad de Trujillo, y tuvo por objeto elaborar el Estudio de Trafico para el posterior diseño del Pavimento de la Avenida Prolongación Miraflores, en el Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, específicamente entre la Av. América y Calle Casanova. La vía tiene un longitud total en el tramo de 1.1 Km aproximadamente y según lo observado por los investigadores presenta un moderado deterioro por lo que se requiere evaluar de manera técnica su estado de conservación y decidir si requiere mantenimiento o rehabilitación.

Trujillo a inicios del año 2017 vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero que originó escurrimientos de agua y fuertes precipitaciones que afectaron viviendas y sobre todo las vías urbanas en general y en particular de este sector de la ciudad en Trujillo. Además, la falta de mantenimiento aunado al incremento del parque automotor ocasionado por el crecimiento económico de los últimos años, han afectado las vías existentes, por solicitudes en algunos casos no previsto en los diseños originalmente. Las vías urbanas forman parte del desarrollo de las ciudades del país y están a cargo de las Municipalidades Provinciales o Distritales según la jurisdicción. Conforman un sistema articulado en tres niveles vías expresas, arteriales, colectoras, vías locales principales y vías locales secundaras. La Av. Prolongación Miraflores es una Vía colectora. Las vías colectoras son aquéllas que permiten la circulación hacia y desde vías arteriales.

El Estudio de tráfico se realiza previamente para obtener datos de la demanda de tráfico que permitan diseñar posteriormente el paquete estructural del pavimento y/o decidir la reparación o mantenimiento de una vía. El Capítulo II describe los materiales, técnicas y procedimientos utilizados en la presente investigación. El estudio de tráfico se realizó siguiendo la metodología recomendada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, que consiste en el conteo del número de vehículos de diferentes tipos previamente definidos, que pasan en un punto de control durante siete días de la semana como mínimo. El Capítulo III y IV presenta los resultados y las conclusiones respectivamente. Se determinó que la Avenida Prolongación Miraflores actualmente soporta 17,964 vehículos por día y se prevé al 2030 alcance 23,000 vehículos por día.

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

Palabras Clave: Estudio de Trafico, Pavimento Urbano

ABSTRAC

The present research work was carried out at the Private University of Trujillo and the city of Trujillo, and had the objective of preparing the Traffic Study for the subsequent design of the Pavement of Avenida Prolongación Miraflores, in the District of Trujillo, Province of Trujillo, specifically between Av. América and Calle Casanova. The road has a total length in the section of approximately 1.1 km and according to what the researchers observed, it presents a moderate deterioration, so it is necessary to evaluate its state of conservation in a technical way and decide whether it requires maintenance or rehabilitation.

Trujillo at the beginning of 2017 experienced a climatological phenomenon known as Niño Costero, which caused water runoff and heavy rainfall that affected homes and especially urban roads in general and in particular in this sector of the city in Trujillo. In addition, the lack of maintenance, together with the increase in the number of vehicles caused by the economic growth of recent years, have affected the existing roads, due to stresses in some cases not foreseen in the original designs. Urban roads are part of the development of the country's cities and are in charge of the Provincial or District Municipalities according to the jurisdiction. They form an articulated system in three levels, expressways, arterial roads, collectors, main local roads and secondary local roads. Av. Prolongación Miraflores is a collecting road. Collecting routes are those that allow circulation to and from arterial routes.

The traffic study is previously carried out to obtain data on the traffic demand that allows the subsequent design of the structural package of the pavement and / or decide on the repair or maintenance of a road. Chapter II describes the materials, techniques and procedures used in this investigation. The traffic study was carried out following the methodology recommended by the Ministry of Transport and Communications MTC, which consists of counting the number of vehicles of different types previously defined, which pass through a checkpoint for at least seven days a week. Chapter III and IV present the results and conclusions respectively. It was determined that the Avenida Prolongación Miraflores currently supports 17.964 vehicles per day and it is expected to reach 23,000 vehicles per day by 2030.

Key Words: Traffic Study, Urban Pavement

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática:

En Latinoamérica en general, como por ejemplo en Ecuador, el desarrollo moderno de la red vial es tardía ya que se remonta a la segunda mitad del siglo XX; sin embargo, hoy en día existe un poco o nulo mantenimiento de las mismas y no se encuentran en el rango de competitividad que estas ameritan, a pesar que el transporte terrestre se efectúa casi exclusivamente por carretera, mientras que el servicio ferroviario es marginal. (a pesar de la rehabilitación reciente de un tren de pasajeros). (Corporacion Andina de Fomento -CAF, 2020)

En el Perú la situación es similar, así según Corporacion Andina de Fomento –CAF (2020) en los últimos años ha experimentado un fuerte proceso de crecimiento económico asentado en la apertura comercial, lo cual ha redundado en un aumento de los ingresos de la población hasta llevarla a la zona de ingresos medio-altos en la comparación internacional; sin embargo la infraestructura del país no presenta un grado de desarrollo acorde a esta evolución, de hecho, las redes de transporte terrestre se hallan particularmente rezagadas en la comparación internacional con los países de la OCDE y con los socios de la Alianza del Pacífico. Como otros países de la región, Perú enfrenta una geografía difícil y cambiante, y el país se ha vuelto más vulnerable a los eventos climáticos (en particular las lluvias en la región de la selva y los eventos periódicos del Niño costero)

En este sentido, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones –MTC (2013) menciona que, el estado invierte millones de soles para proyectos de construcción, mantenimiento y rehabilitación de vías a nivel nacional; pero las acciones de mantenimiento y rehabilitación se dan a destiempo, incrementando así los costos de intervención poniendo en riesgo la comodidad y seguridad de los usuarios de las vías, por tal motivo se le da la importancia de verificar periódicamente el estado de conservación. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2013)

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

Según INEI (2020) en los resultados de las estimaciones y proyecciones de población 2019, indica que la población del Perú para el año 2020 alcanzó los 32 millones 625 mil habitantes, y la provincia de Trujillo para el año 2020 alcanzó 1 millón 118 mil habitante. Asimismo, se prevé que en el 2030 la población total del país bordeará los 35 millones 792 mil personas (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2020). Toda esta población necesitará transportarse en un número cada vez más creciente de vehículos para realizar actividades económicas o de recreación, y también se requerirá un mayor movimiento de mercancías por lo que se requerirán de vías adecuadas y soluciones integrales que faciliten el flujo de tránsito.

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 figuración de capas asfálticas. (Valdes, Perez, & Calabi, 2012)

El inadecuado diseño o mantenimiento de la vialidad es causa de una congestión innecesaria. En muchas ciudades es frecuente encontrar casos de falta de demarcación de los carriles de circulación, inesperados cambios en el número de carriles, paraderos de buses ubicados justamente donde se reduce el ancho de la calzada y otras deficiencias que entorpecen la fluidez del tránsito. Asimismo, el mal estado del pavimento, y en especial la presencia de baches, genera crecientes restricciones de capacidad y aumenta la congestión (Bull, 2003). Es así como en Trujillo y en toda la Región Norte del Perú estos fenómenos se vieron acentuados desde el año 2017 cuando se vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero, el cual originó precipitaciones extraordinarias y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular la Avenida Prolongación Miraflores, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo.

La avenida en estudio es muy importancia para el tránsito y disminución de la congestión vehicular que ya une la avenida América Oeste con la Avenida Villareal. La vía tiene es estudio es un tramo total de 1.1 Km aproximadamente, en este tramo. La presente investigación permitirá en una primera instancia cuantificar y clasificar tipo y el volumen de tráfico que circula por esta importante vía de Trujillo, lo que posteriormente servirá para en una siguiente investigación elaborar el estudio

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

el mejoramiento y rehabilitación de esta, beneficiando a la población de Trujillo en general, y los habitantes de este sector en particular.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el estudio del Tráfico Urbano en la avenida Prolongación Miraflores, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo, La libertad ?

1.3 Justificación:

La presente investigación se justifica por su aporte metodológico, ya que servirá de guía para hacer estudios del tráfico 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 y para evaluar el adecuado mantenimiento el estudio del tráfico es un primer paso indispensable. Los estudios de tráfico y análisis de la demanda son la base para llevar a cabo las actividades de pronosis, planeamiento, mejora, dimensionamiento y definición geométrica en planta y alzado de los pavimentos. (Pezo & Lozano, 2018)

En este mismo sentido, se justifica por su relevancia social, ya que será de contribución para solucionar la necesidad que tienen la ciudad de Trujillo de contar con información actualizada para su plan de mantenimiento de vías posibilitando a todos los habitantes de Trujillo de contar unas vías en buen estado y bien diseñadas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Determinar el tráfico urbano actual y el tráfico proyectado en avenida Prolongación Miraflores, Distrito y provincia de Trujillo, región La libertad.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Identificar los diferentes tipos de vehículos que circulan por la avenida en estudio.
- b. Realizar el Conteo vehicular respectivo en la avenida en estudio.
- c. Calcular a partir de los datos del conteo el Índice Medio Diario Semanal y Anual.
- d. Estimar el tráfico proyectado a 10 años hasta el 2030 para la avenida en estudio.

1.5 Formulación de la Hipótesis:

Por la avenida Prolongación Miraflores del Distrito y provincia de Trujillo, La libertad circulan vehículos pesados pero en su mayoría vehículos ligeros, siendo su tránsito medio de aproximadamente 15,000 vehículos por día.

1.6 Antecedentes:

Como antecedentes a investigaciones de estudio de tráfico y diseño de carreteras nacionales e internacionales podemos mencionar.

IBADANGO (2014) en su tesis titulada Estudio de Tráfico y Soluciones Al Congestionamiento Vehicular En La Av. Universitaria (Intersecciones Con Bolivia–Santa Rosa), de La Ciudad de Quito; como primer aspecto determinó el área de influencia de la zona en estudio, con la realización del levantamiento topográfico, se ubicó 6 estaciones de conteo manual de vehículos para conocer el comportamiento del tráfico en la Av. Universitaria e intersecciones, con esta información determinó el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual, al que luego se aplicó los índices de crecimiento con una proyección hasta el año 2033 y se calculó el (TPDA) futuro, evaluó el flujo, volumen, velocidad de circulación, densidad y capacidad de tráfico, elementos importantes para la determinación del nivel de servicio en la Av. Universitaria e intersecciones. Se reprogramaron los tiempos de los semáforos en las dos intersecciones de estudio mediante la simulación del tráfico actual con el software Synchro 8. Con los resultados obtenidos se presentaron planes de mantenimiento futuros y alternativas de mejoramiento que permitan recuperar los niveles de servicio

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

de las vías involucradas. (IBADANGO, 2014). Esta tesis nos sirvió para ampliar nuestro marco teórico y para la discusión de resultados.

En el Perú, Albitres (2019) en su tesis “ESTUDIO DE TRÁFICO PARA SU MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA YURA – PEAJE PATAHUASI, PARTE DE LA RUTA NACIONAL PE – 34A, AREQUIPA; tuvo como objetivo general determinar los resultados del estudio de tráfico para su mejoramiento de la carretera Yura – Peaje Patahuasi, parte de la ruta Nacional PE – 34A, y como objetivos específicos son: Determinar los resultados del conteos vehiculares, analizar los resultados de la encuesta origen, evaluar los resultados del estudio de proyecciones del tráfico, evaluar los resultados del censo de carga, factores destructivos y de los ejes equivalentes y determinar los resultados de la velocidad para su mejoramiento de la carretera. Se realizó una investigación descriptiva aplicada, diseño no experimental tipo longitudinal y enfoque cuantitativo. Los resultados principales fueron: El TPDA calculada por tramo Yura – Patahuasi se tuvo un flujo de 4,092 vehículos por día, compuesto por 49.5% vehículos ligeros y 50.5% vehículos pesados. Sobresale la presencia de los semi tráileres (3S3) para el transporte de carga con una circulación de 1,226 vehículos por día que representa el 30.0% del tráfico total (ALBITRES, 2019). Esta investigación nos sirvió de guía para formular los procedimientos de recolección de datos y análisis de datos.

Asimismo, Pezo & Lozano (2018) es su Estudio definitivo del mejoramiento de la infraestructura vial urbana de los jirones Jr. Manco Cápac cdra. 01 al 06, Jr. Felipe Saavedra cdra. 03 y 06, Jr. Marcos Ríos Mori cdra 01, Jr. Eladio Pashanace Tapullima y Jr Remigio Reátegui; con una tesis de tipo aplicada tuvo como objetivo diseñar los espesores de las capas del pavimento, en la actualidad la vía se encontraba en inadecuadas condiciones de transitabilidad, los métodos de diseño de pavimentos flexibles, en este trabajo se han desarrollado métodos de diseño, los cuales son: El Método AASHTO 93 y el Método del Instituto del Asfalto. Se presenta el estudio del tránsito que también interviene directamente en el diseño de la estructura del pavimento urbano. Este estudio definitivo en la práctica es un factible su construcción, dinamiza el flujo normal de transporte y tránsito vehicular, contribuyendo al acceso e intercambio comercial en la zona de desarrollo y su ámbito de influencia, obteniendo bajo costos en el transporte vehicular y además del ahorro de tiempo, lo cual repercute como efecto multiplicador en el aspecto económico y social, lo que nos ha permitido ampliar las bases toericas para nuestra investigación. (Pezo & Lozano, 2018)

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

También en el Perú, Yesquén (2016), en su Tesis de pregrado titulada Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño PCI en el entorno del distrito de SurquilloLima; 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%, Regular80%, 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. (Yesquén Granda, 2016)

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 calicatas encontrándose en su mayoría un suelo arcilloso-limoso con CBR menor al 3%, diseño geométrico, 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 y nos servirá para desarrollar el procedimiento de recolección de datos y análisis de la información.

1.7 Bases Teóricas:

1.7.1 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.

a. VÍAS EXPRESAS

Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez alta. Unen zonas de elevada generación de tráfico, transportando grandes volúmenes de vehículos livianos, con circulación a alta velocidad y limitadas condiciones de accesibilidad. 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. En Trujillo se considera vía expresa la vía de evitamiento que une la vía panamericana de norte a sur.

b. VÍAS ARTERIALES

Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez media, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de las áreas colindantes. Son vías que deben integrarse con el sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. En su recorrido no es permitida la descarga de mercancías. Se usan para todo tipo de tránsito vehicular. Es deseable que en estas vías el transporte público de pasajeros se haga mediante buses en vías exclusivas o carriles segregados con paraderos e intercambios. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

c. VÍAS COLECTORAS

Son aquellas 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)

d. VÍAS LOCALES

Son aquellas vías que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018).

1.7.2 Definición de Pavimentos.

Juárez Y Rodríguez (2005) define pavimentos como "capa o conjunto de capas comprendida (s) 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. 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.

1.7.3 Clasificación 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 capaz 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.

1.7.4 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)

El pavimento flexible está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Castaño, 2014). 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).

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

Según, (Procedimiento de diseño de pavimento flexible, Enero 2018)

- 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 movilidades que lo transitan, por ello la superficie de esta debe ser apropiado para el tránsito de las movilidades 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.

1.7.5 Parámetros básicos para el diseño de pavimentos.

Según (Ccuno & Ruelas , 2020) para alcanzar los objetivos trazados deben evaluarse y seleccionarse los siguientes parámetros que definen las características del proyecto.

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

1.7.6 Tipos de Mantenimiento de Pavimentos.

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, repapeos, 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 continúa 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)

1.7.7 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

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

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.

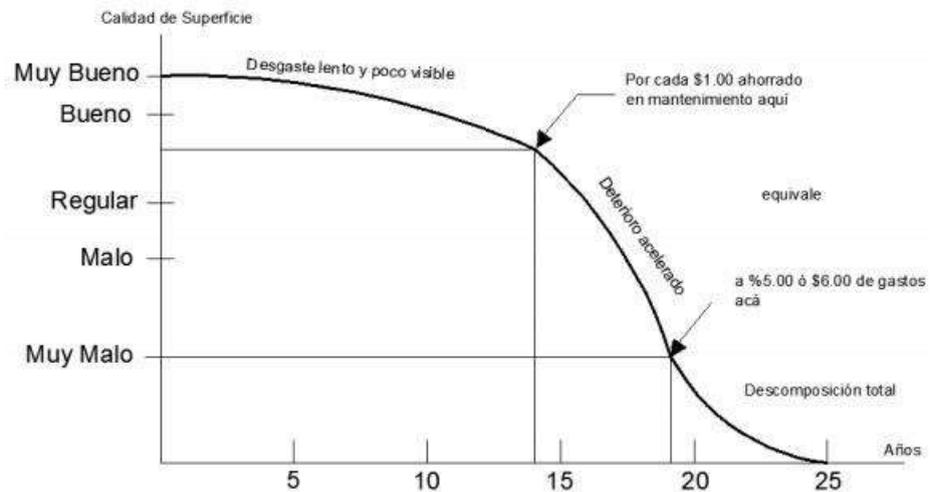


Figura 1. Ciclo de vida de los pavimentos

Fuente: Naciones Unidas.1994

- **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:** Recuperar las características técnicas y funcionales de la carretera, respecto a la condición con la que fue construida, pudiendo incluir además de las intervenciones de la capa de rodadura, las capas subyacentes, recuperación de bermas, obras de arte y drenaje, señalización, así como intervenciones en puntos críticos debidamente justificadas.

1.7.8 Medidas del Tráfico

La Ingeniería de Tránsito es aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico, y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes y

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

terminales, tierras adyacentes y su relación con otros tipos de transporte." (CAL Y MAYOR REYES & Cárdenas Grisales, 2006). Los estudios de tráfico vehicular se realizan con el propósito de obtener datos relacionados con el movimiento de vehículos, sobre puntos o secciones específicas dentro de una red vial. (IBADANGO, 2014)

Según (IBADANGO, 2014) se conoce como medidas del tráfico a los factores que permiten obtener estimaciones de los problemas de tráfico vehicular, para luego evaluar y regular el correcto funcionamiento del mismo. Las medidas de tráfico a ser consideradas en este estudio son:

- I. El volumen: Es el número de vehículos que pasan por un punto durante un lapso de tiempo específico.
- II. La densidad: Es el número de vehículos en movimiento que se encuentran ocupando un tramo de una vía o calle, en un instante dado.
- III. La capacidad: Es el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tráfico.

Como dijimos, el volumen de Tráfico es el número total de vehículos que pasan por un punto durante un lapso de tiempo determinado. Los lapsos de tiempo más usados son la hora y el día, dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los siguientes volúmenes:

Volúmenes de tráfico absolutos o totales y los volúmenes de tráfico promedio diarios.

A. Volúmenes de tráfico absolutos o totales

1. Tráfico anual (TA): Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T= 1$ año.
2. Tráfico mensual (TM): Es el número de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T= 1$ mes.
3. Tráfico semanal (TS): Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $T= 1$ semana.
4. Tráfico diario (TD): Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $T= 1$ día.

5. Tráfico horario (TH): Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T = 1$ hora

B. Volúmenes de tráfico promedio diario. Se define el volumen de tráfico promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado en días completos igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del periodo. De manera general se expresa como:

$$TPD = \frac{N}{1\text{día} < T \leq 1\text{ año}}$$

Donde N representa el número de vehículos que pasan durante T días, de acuerdo al número de días del periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tráfico promedio diario, dados en vehículos por día.

1. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

2. Tráfico promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

1.7.9 Conteos de tráfico en intersecciones

Según (IBADANGO, 2014) en los estudios de tráfico, la medición básica más importante es el conteo o aforo vehicular, que es el registro de número de vehículos que pasan por una intersección o en una determinada sección vial. Estos conteos se efectúan para obtener estimaciones del Volumen de tráfico, Tasa de flujo, densidad y capacidad de tráfico

1. Conteos manuales Los conteos manuales son irremplazables ya que con un personal técnico bien capacitado este método es el más efectivo que otros métodos de conteo, estos conteos nos proporcionan información sobre la composición del tráfico en todos los sentidos

y giros de circulación en las dos intersecciones de estudio, de forma clasificada según el tipo de vehículo.

2. Conteos automáticos Los conteos de vehículos automáticos permiten conocer el volumen del tráfico. Pero siempre tiene que ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. Con los equipos de conteo automático debe tenerse mucho cuidado con su calibración, ya que cuentan pares de ejes, por cada dos impulsos percibidos registran un vehículo.

1.7.10 Índice Medio Diario Anual

Es un indicador que representa el promedio diario de vehículos por tipo que pasan por una vía. Se obtiene a partir del conteo de vehículos durante siete días continuos en una semana, durante las 24 horas, aplicando unos factores de corrección estacional por la fecha en que se lleva a cabo el conteo.

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

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

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

Factores de Corrección (FCm). 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

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

necesidades recreacionales, condiciones climatológicas, las vacaciones escolares, las épocas de cosechas, las festividades, etc; que se producen durante el año.

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

Dónde:

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

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

1.7.11 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 para vías urbanas.

1.7.12 ESALs DE DISEÑO

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

ESALs 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. (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010)

El método AASHTO 93, es el método más recomendado en el Perú para el diseño de pavimentos rígidos y flexibles. Tiene como objetivo analizar la resistencia de la sub rasantes para llegar a los cálculos las cargas vehiculares y determinar los espesores de capas que resistirán dichas cargas vehiculares.

Los ESALs de diseño representan las cargas vehiculares que deberán resistir las diferentes capas de pavimentos en un periodo de tiempo, con un determinado mantenimiento. Se calcula con la siguiente formula

Se calcula para el carril de diseño utilizando la siguiente ecuación:

$$ESALs' = \left(\sum_{i=1}^m p_i \cdot F_i \cdot P \right) \cdot (TPD) \cdot (FC) \cdot F_d \cdot F_c \cdot 365$$

Donde:

p_i : Porcentaje del total de repeticiones para el i-ésimo grupo de vehículos o cargas.

F_i : Factor de equivalencia de carga por eje, del i-ésimo grupo de eje de carga(Tablas).

P : Promedio de ejes por camión pesado.

TPD o IMDA : Indicen Medio Diario Anual o Tránsito promedio diario.

FC: Factor de crecimiento para un período de diseño en años.

F_d : Factor direccional.

F_c : Factor de distribución por carril.

Tabla 1

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

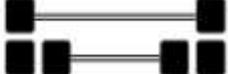
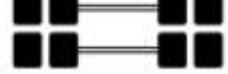
Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

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

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

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 _{8.2m})
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.

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

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.

1.7.13 Tipo de Tráfico

A partir de la determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño de proyecto. (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010) se puede definir:

- Si el número de aplicaciones es menor de 10^4 ESALs se considera Tráfico Ligero.
- Si el número de aplicaciones es mayor o igual a 10^4 ESALs y menor de 10^6 ESALs se considera como Tráfico Medio.
- Si el número de aplicaciones es mayor a 10^6 ESALs se considera tráfico alto.

1.7.14 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 súbbase 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

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

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.

Se pueden realizar diferentes clasificaciones respecto a los daños según el parámetro u objetivo elegido.

- 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

1.8 Definición de términos básicos.

□ Estudio de Tráfico

Consiste en la determinación demandada de tráfico, es decir conocer los volúmenes de tráfico actual 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

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

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).

Según (Pezo & Lozano, 2018) , la evaluación económica y ambiental de una carretera requiere de parámetros esenciales sobre las características del transporte en el área de influencia del proyecto vial. Estos valores se refieren a la cantidad y composición de los vehículos que transitaran por la carretera en los periodos de diseño definidos. Por ello, los estudios de tráfico son fundamentales para la determinación del diseño del pavimento de una carretera o cualquier proyecto carretero, el estudio del tráfico tiene por objeto, cuantificar el volumen vehicular y clasificar según tipo de vehículos. El volumen diario de los vehículos que transitan por la carretera, materia de estudio, se logra a través del conteo vehicular y el análisis de la demanda de transporte en general, diferenciando en tramos homogéneos, para dar solución a los problemas identificados.

1.9 Definición de Variables:

Estudio de Tráfico Urbano:

El estudio de tráfico deberá facilitar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial en estudio 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, también tener información del 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. 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.
(Ccuno & Ruelas , 2020)

II. MATERIALES Y METODOLOGIA

2.1 Material de Estudio

2.1.1 Población

La población de estudio serán todos los vehículos ligeros y pesados que circulan por la vía Avenida Prolongación Miraflores entre las Avenidas América y Calle Casanova.

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”

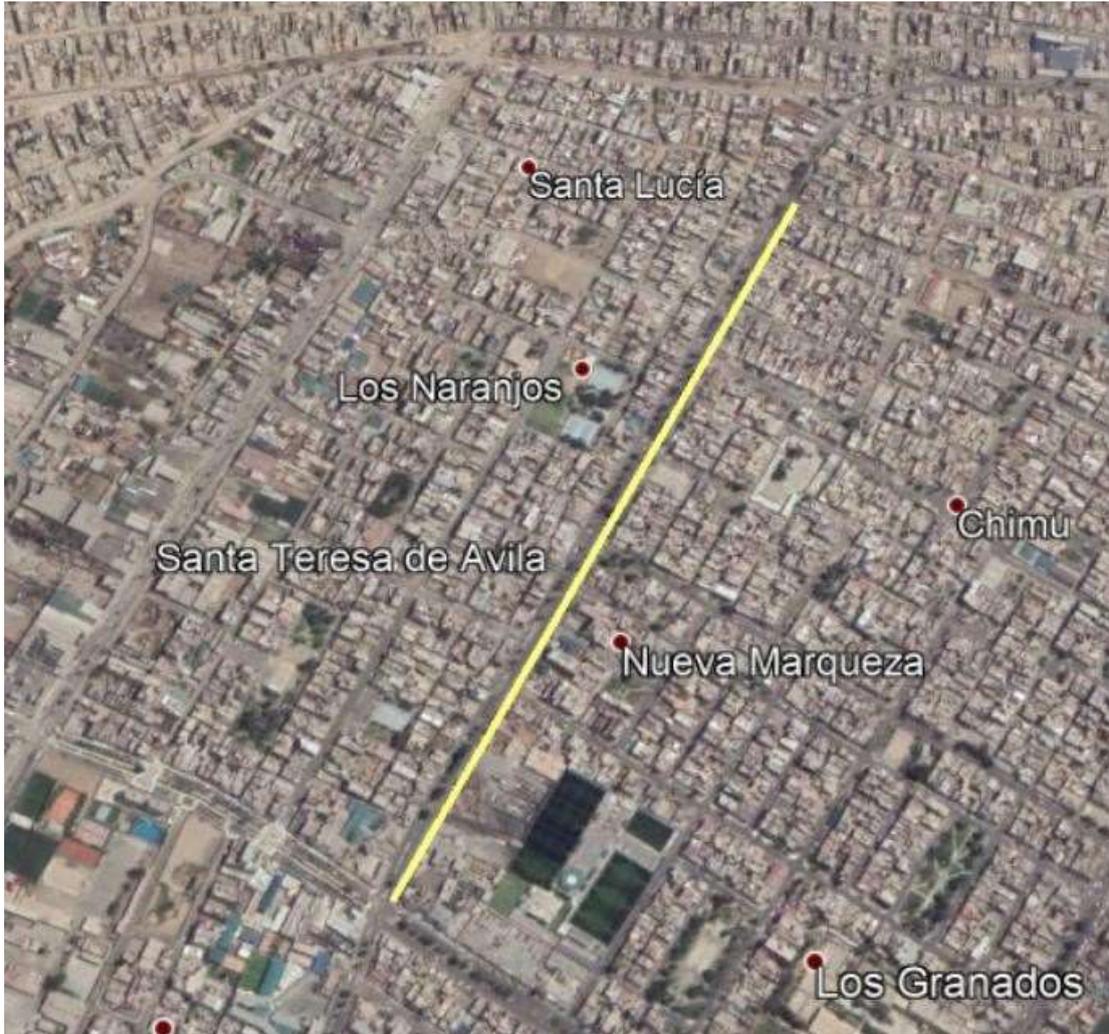


Figura 2. Av. Prolongacion Miraflores entre Av. América y Calle Casanova

2.1.2 Muestra

Se utilizará todos los datos observados obtenidos directamente de la Avenida en estudio en un punto de control elegido por conveniencia, muestreando de manera no probabilística por conveniencia durante siete días continuos todos los vehículos que circulan por el punto de toma de información.

2.2 Técnicas, procedimientos e instrumentos

2.2.1 Para Recolectar Datos

Se utilizará fuentes de información primaria, obtenida directamente de la via urbana en estudio.

Se utilizará la técnica de la observación utilizando como instrumento la Ficha de conteo vehicular para recolectar los datos de vehículos que pasan durante 24 horas continuas durante una semana continua.

El punto de conteo vehicular será la intersección de la avenida Villareal con la Avenida Prolongación Miraflores.

A continuación adjuntamos como ejemplo la ficha de conteo vehicular

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

Figura 3. Ficha de Conteo Vehicular

2.2.2 Para Datos

En el estudio de tráfico se efectuó con las siguientes actividades:

Procesar

estudio de

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR		ESTACION CODIGO DE LA ESTACION DIA Y FECHA																			
TRAMO DE LA CARRETERA	SENTIDO	UBICACIÓN	S	VEHICULO																	
				E	CAMIONETAS		CAMION		BUS		SEMI TRAYLER		TRAYLER								
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Comb	MICRO	2 E	>43 E	2 E	3 E	4 E	251282	283	351352	>4383	272	273	372	>4373	
DIAGRAMA VEHL									>43 E icon"/>												
00	E																				
A																					
01	S																				
01	E																				
A																					
02	S																				

actividades:

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

- Etapa de planificación Obtención y Revisión de la información de fuente secundaria. Reconocimiento de Ruta. Determinación de Estaciones y tramos homogéneos. Diseño de los formatos y esquema de conteo.
- Etapa de organización Programa de Actividades Adquisición de materiales y equipos
 - Etapa de Ejecución. Conteo y Clasificación Vehicular. Supervisión.
- Etapa de procesamiento automatizado Revisión y consistencia del trabajo de Campo, Digitalización y Verificación, Determinación de los factores de Corrección.

La revisión y consistencia del trabajo de campo se realiza al final del día una vez terminada la labor diaria de llenado de datos. Luego se procedió de manera inmediata a la digitación de la información, utilizando para esta labor el programa EXCEL 2013 del paquete de Microsoft Office. Finalmente, el coordinador revisó la información, y con su venia se procedió a determinar los factores y el análisis correspondiente al estudio.

Se utilizó la estadística descriptiva para elaborar cuadros con la data recolectada, como herramientas se utilizó también el Excel 2013.

III RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

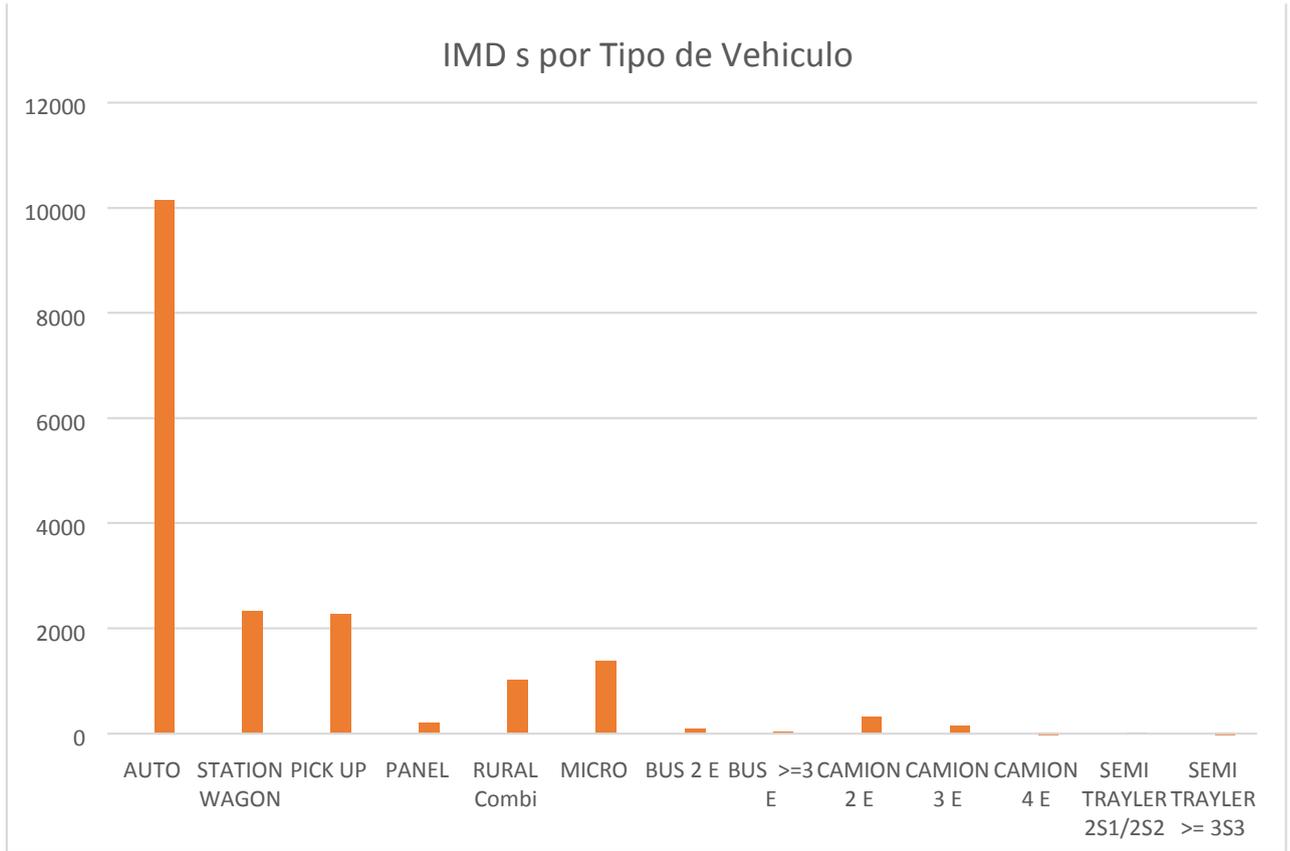
3.1 Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal

Se realizó el conteo vehicular durante tres días continuos de 24 horas, obtenida la observación directamente de la avenida en estudio.

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

Tabla 6. Numero de vehículos contados por Tipo

Figura 4.



AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	BUS 2 E	BUS >=3 E	CAMION 2 E	CAMION 3 E	CAMION 4 E	SEMI TRAYLER 2S1/2S2	SEMI TRAYLER >= 3S3
10,150.00	2,332.00	2,269.00	199.00	1,018.00	1,382.00	95.00	34.00	312.00	144.00	17.00	10.00	2.00
57%	13%	13%	1%	6%	8%	1%	0%	2%	1%	0%	0%	0%
TOTAL	17,964.00											

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

Se ha encontrado que los vehículos que más circulan son en un 89% vehículos menores entre ellos autos , station wagon y pickup los de mayor cantidad.

Si analizamos los resultados del conteo promedio semanal, el trafico horario la hora pico se produce entre las 7 y 8 de la noche con 1355 vehículos en total en ambos sentidos.

Tabla 7. Cantidad de Vehículos por hora

HORA	No. Vehiculos
6 a 7	1116
7 a 8	1190
8 a 9	952
9 a 10	940
10 a 11	1090
11 a 12	1241
12 a 13	1094
13 a 14	963
14 a 15	1062
15 a 16	930
16 a 17	908
17 a 18	973
18 a 19	1279
19 a 20	1355
20 a 21	904
21 a 22	605
22 a 23	254
23 a 24	107
1 a 2	83
2 a 3	89
3 a 4	114
4 a 5	157
5 a 6	558
Total	17964

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

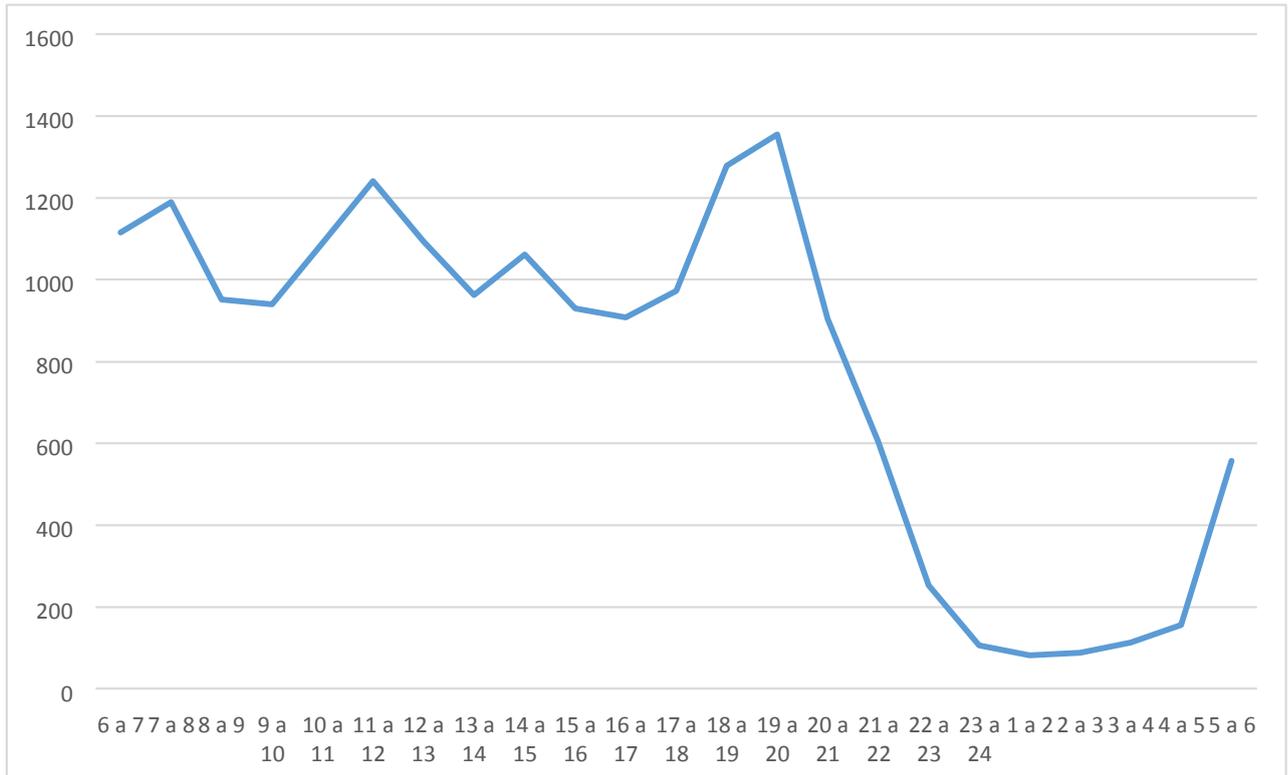


Figura 5. Variación Horaria del Volumen de Vehículos

3.2 Cálculo del Índice Medio Diario Anual

La metodología para hallar el Índice Medio Diario anual (IMD), corresponde a la siguiente:

$$IMD = IMDs * FC_m$$

$$IMDs = \frac{(\sum V_l + V_s + V_d)}{7}$$

Donde:

IMDs = Volumen clasificado promedio de la semana

V_l = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

V_{nl} = Volumen clasificado días no laborables (día sábado (V_s), domingo (V_d), FC

m = Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.

Obtención de los Factores de Corrección

El factor de corrección estacional, se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de Peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de

“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”

tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a factores recreacionales, climatológicas, las épocas de cosechas, las festividades, las vacaciones escolares, viajes diversos, etc.; que se producen durante el año.

Para el cálculo del factor de corrección mensual (FCm), se obtuvo de la información proporcionada por Provias Nacional – Gerencia de Operaciones Zonales, de la Unidad de Peaje de Menocucho, desde el año 2010 al 2016.

$$FCm = \frac{\text{IMD Unidad Peaje}}{\text{IMD del mes del Estudio de la unidad peaje}}$$

Donde:

FC m = factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo

IMD = Volumen Promedio Diario Anual clasificado de la U. Peaje

IMD_{mes del Estudio} = Volumen Promedio Diario, del mes en U. Peaje

Tabla 8. Factor de Correccion Mensual Febrero 2020

Nº	Peaje	Febrero	Total	Código	Peaje	Febrero	Total
		Ligeros	Ligeros			Pesados	Pesados
		FC	FC			FC	FC
38	MENOCUCHO	1.0027	1.0000	38	MENOCUCHO	1.0710	1.0000

Fuente: Gerencia de Operaciones Zonales – Provias Nacional

La Tabla 8, establece los Factores de Corrección estacional, por cada gran tipo de vehículo, tomando como base para los factores de corrección mensual de las Unidades de peaje de Menocucho, asumiendo el mismo Factor de Corrección para ambos sentidos. En el presente Estudio, no es aplicable i) el factor de corrección diario, por haberse efectuado conteos durante 7 días continuos ii) el factor de corrección semanal al no existir series que permitan su empleo.

Efectuados los aforos vehiculares, se consolido y reviso la consistencia de los datos recopilados en campo, por estación y día de conteo, determinando el volumen promedio semanal (IMDs), posteriormente para obtener el Índice Medio Diario anual (IMDa), se aplico al IMDs de la semana del estudio, el factor de corrección mensual del mes del aforo.

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

Tabla 9. Calculo del IMDA

	IMDs	F.C.	IMDA
AUTO	10,150.0	1.0027	10,177.0
STATION WAGON	2,332.0	1.0027	
PICK UP	2,269.0	1.0027	2,275.0
PANEL	199.0	1.0027	200.0
RURALCombi	1,018.0	1.0027	1,021.0
MICRO	1,382.0	1.0027	1,386.0
BUS 2 E	95.0	1.0710	102.0
BUS >=3 E	34.0	1.0710	36.0
CAMION 2 E	312.0	1.0710	334.0
CAMION 3 E	144.0	1.0710	154.0
CAMION 4 E	17.0	1.0710	18.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	10.0	1.0710	11.0
SEMI TRAYLER 2S3	-	1.0710	-
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	-	1.0710	-
SEMI TRAYLER >= 3S3	2	1.0710	2.0
TOTAL	17,964.0		18,054.0

Para proyectar el tráfico 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. A partir de los datos obtenidos se puede proyectar un trafico a 10 años, para lo cual según (Instituto Nacional de Estadística e Informatica - INEI, 2020) se aplicara una tasa de crecimiento poblacional para La

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

libertad de 1.3%. para vehículos ligeros, y 1.7% que es el crecimiento del PBI regional para vehículos pesados. Asimismo se considerara un 15% para el tráfico generado por la potencial mejora de la via.

Tabla 10. Trafico proyectado 2030

		F.C.	Tasa de Crecimiento	Trafico Proyectado	Trafico Generado	Trafico Esperado
AUTO	10,150.0	1.0027	1.30%	11,432.0	1,523.0	12,955.0
STATION WAGON	2,332.0	1.0027	1.30%	2,627.0	350.0	2,977.0
PICK UP	2,269.0	1.0027	1.30%	2,556.0	340.0	2,896.0
PANEL	199.0	1.0027	1.30%	224.0	30.0	254.0
RURALCombi	1,018.0	1.0027	1.30%	1,147.0	153.0	1,300.0
MICRO	1,382.0	1.0027	1.30%	1,557.0	207.0	1,764.0
BUS 2 E	95.0	1.0710	1.70%	118.0	14.0	132.0
BUS >=3 E	34.0	1.0710	1.70%	42.0	5.0	47.0
CAMION 2 E	312.0	1.0710	1.70%	389.0	47.0	436.0
CAMION 3 E	144.0	1.0710	1.70%	179.0	22.0	201.0
CAMION 4 E	17.0	1.0710	1.70%	21.0	3.0	24.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	10.0	1.0710	1.70%	12.0	2.0	14.0
SEMI TRAYLER 2S3	-	1.0710	1.70%	-	-	-
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	-	1.0710	1.70%	-	-	-
SEMI TRAYLER >= 3S3	2	1.0710	1.70%	-	-	-
TOTAL	17,964.0			20,304.0	2,696.0	23,000.0

III CONCLUSIÓN

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

- Se ha logrado determinar el tráfico actual en la avenida Prolongación Miraflores, Distrito y provincia de Trujillo, región La libertad equivalente a un IMDA de 18,054 vehículos diarios.
- Se identificó los diversos tipos de vehículos que circulan por la vía en estudio, siendo los vehículos autos, station wagon y pickup que representan el 89% del volumen total, y los buses y camiones que representan el 11%.
- Se logró realizar el conteo vehicular y calcular el Índice Medio Diario Semanal actual igual a 17,964 vehículos.
- La estimación del tráfico proyectado a 10 años para el año 2030 en avenida en estudio, será de una IMDA de 23,000 vehículos.

IV REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALBITRES, J. (2019). Tesis de Pregrado. *ESTUDIO DE TRÁFICO PARA SU MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA YURA – PEAJE PATAHUASI, PARTE DE LA RUTA NACIONAL PE – 34A, AREQUIPA*. Huacho, Peru.: UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN.
- Bull, R. (2003). *Congestión de Tránsito el Problema y como enfrentarlo*. Santiago de Chile: CEPAL.
- 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.
- Ccuno, J., & Ruelas , E. (2020). Tesina de pregrado. *ESTUDIO DE TRAFICO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA CESAR VALLEJO, TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020*. Trujillo: Universidad Privada de Trujillo.
- Corporacion Andina de Fomento -CAF. (2020). *Análisis de inversiones en el sector transporte terrestre interurbano latinoamericano a 2040*. CAF.
- 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.
- Figueroa, A. F. (2001). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria*. Medellin: Pontificia Universidad Javeriana.
- Garcia, A. I. (2012). Concepto de pavimento. *Revista ARQHYS*, 12. Obtenido de <https://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>
- IBADANGO, L. (2014). Tesis de pregrado. *Estudio de Tráfico y Soluciones Al Congestionamiento Vehicular En La Av. Universitaria (Intersecciones Con Bolivia–Santa Rosa), de La Ciudad de Quito*. Quito, Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2020). *Estimaciones y Proyecciones de Poblacion 2018 -2020*. 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. DISTRITO 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. (2013). *Manual de Inventarios Viales*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2018). Norma Técnica. *Manual de Diseño Geometrico de Carreteras*.
- Ministerio de Vivienda y Construcción. (2010). Norma técnica. *CE010 Pavimentos Urbanos*. Perú.
- PEREDA, C. P., & MONTROYA, 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.

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

- Pezo, L., & Lozano, C. (2018). *Estudio definitivo del mejoramiento de la infraestructura vial urbana de los jirones Jr. Manco Cápac cdra. 01 al 06, Jr. Felipe Saavedra cdra. 03 y 06, Jr. Marcos Ríos Mori cdra 01, Jr. Eladio Pashanace Tapullima y Jr Remigio Reátegui*. Tarapoto: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO.
- 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.
- 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>
- Vargas, W., Rincon, M., & Gonzalez, C. (2013). *Ingeniería de Transito - Conceptos Básicos*. Colombia: Editorial Distrital Francisco Jose de Caldas.

V ANEXOS

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

ANEXO 1. RESUMEN DE CONTEO DE TRAFICO

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**

ANEXO 2. PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 01 : fuente propia

**“ESTUDIO DE TRAFICO URBANO EN LA AVENIDA
PROLONGACION MIRAFLORES, DISTRITO DE TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2020”**



Fotografía 02: fuente propia