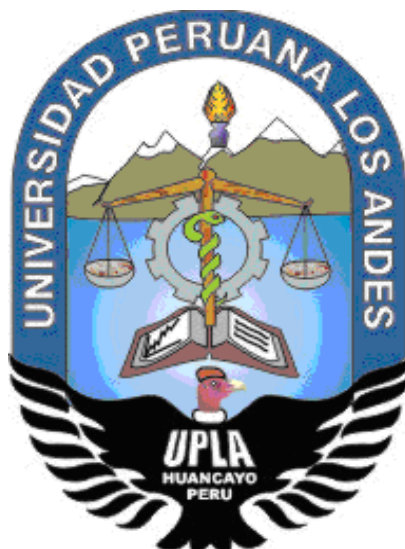


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS TÉCNICO COMPARATIVO DEL NIVEL DE
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS EN LA
ZONA URBANA DEL DISTRITO DE EL TAMBO**

PRESENTADO POR:

Bach. Fitzgerald Wilmer SANTIAGO HUALLPA

Línea de Investigación Institucional:

TRANSPORTE Y URBANISMO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2021

CONTRATAPA

DR. SEVERO SIMEÓN CALDERÓN SAMANIEGO

DEDICATORIA

“El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a nuestro divino creador, quien me ha otorgado la vida, salud y sabiduría para el logro de mis metas trazadas en esta investigación”.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS

ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

CONTRATAPA.....	II
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPITULO I.....	16
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Justificación.....	18
1.3.1. Práctica.....	18
1.3.2. Teórica.....	18
1.3.3. Metodológica.....	18
1.4. Delimitaciones.....	18
1.4.1. Espacial.....	18
1.4.2. Temporal.....	20
1.4.3. Económica.....	20
1.5. Limitaciones.....	20
1.6. Objetivos.....	21
1.6.1. Objetivo general.....	21
1.6.2. Objetivos específicos.....	21
CAPITULO II.....	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes.....	22
2.1.1. Internacionales.....	22
2.1.2. Nacionales.....	24

2.1.3. Locales	27
2.2. Marco conceptual	30
2.2.1. Teorías de la investigación	30
2.2.1.1 Pavimentos.....	30
2.2.1.2 Diseño de pavimentos	32
2.2.1.3 Factores de diseño de pavimentos.....	35
2.2.1.4 Diseño estructural de pavimentos rígidos.....	41
2.2.1.5 Juntas en los pavimentos rígidos	43
2.2.1.6 Costos de construcción de pavimentos rígidos	46
2.3. Marco Normativo	47
2.4. Definición de términos	47
2.5. Hipótesis	53
2.5.1. Hipótesis general.....	53
2.5.2. Hipótesis específicos	53
2.6. Variables.....	54
2.6.1. Definición conceptual de la variable	54
2.6.2. Definición operacional de la variable	54
2.6.3. Operacionalización de la Variable	54
CAPÍTULO III	56
METODOLOGÍA	56
3.1. Método de investigación	56
3.2. Tipo de Investigación	56
3.3. Nivel de investigación	56
3.4. Diseño de investigación.....	57
3.5. Población y muestra	57
3.5.1. Población.....	57
3.5.2. Muestra	57
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
3.7. Procesamiento de la información.....	58
3.8. Técnicas y análisis de datos	58
CAPÍTULO IV.....	59
RESULTADOS.....	59
4.1. Presentación de resultados específicos	59

CAPÍTULO V	90
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	90
5.1. Discusión de resultados específicos.....	90
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Categorías de subrasante según CBR.....	38
Tabla 2 – Valor Percentil según ESAL.....	38
Tabla 3 – Cálculo de módulo resiliente.....	39
Tabla 4 – Variables de investigación.....	54
Tabla 5 – Operacionalización de las variables.....	54
Tabla 6 – Puntos de exploración – calicatas del Jr. Alhelí	59
Tabla 7 – Puntos de exploración – calicatas del Jr. Alhelí.....	60
Tabla 8 – Puntos de exploración – calicatas del Jr. José Santos Chocano.	60
Tabla 9 – Puntos de exploración – calicatas del Jr. M. Prada Malunas.....	60
Tabla 10 – Puntos de exploración – calicatas del Psje. Pasionarias.....	60
Tabla 11 – Clasificación del suelo del Jirón Alhelí – calicata 01.....	60
Tabla 12 – Clasificación del suelo del Jirón Alhelí – calicata 02.....	61
Tabla 13 – Clasificación del suelo del Jirón Alhelí – calicata 01.....	61
Tabla 14 – Clasificación del suelo del Jirón Alhelí – calicata 02.....	61
Tabla 15 – Clasificación del suelo del Jirón José Santos Chocano – calicata 01.	61
Tabla 16 – Clasificación del suelo del Jirón M. Prada Malunas – calicata 01..	61
Tabla 17 – Clasificación del suelo del Psje. Pasionarias – calicata 01.....	62
Tabla 18 – Limite líquido y plástico del Jirón Alhelí – calicata 01.....	62
Tabla 19 – Limite líquido y plástico del Jirón Alhelí – calicata 02.....	62
Tabla 20 – Limite líquido y plástico del Jirón Alhelí – calicata 01.....	62
Tabla 21 – Limite líquido y plástico del Jirón Alhelí – calicata 02.....	63
Tabla 22 – Limite líquido y plástico del Jirón José Santos Chocano – calicata 01.....	63
Tabla 23 – Limite líquido y plástico del Jirón M. Prada Malunas – calicata 01.	63
Tabla 24 – Limite líquido y plástico del Psje. Pasionarias – calicata 01.....	63
Tabla 25 – CBR del Jirón Alhelí – calicata 01.....	64
Tabla 26 – CBR del Jirón Alhelí – calicata 02.....	64
Tabla 27 – CBR del Jirón Alhelí – calicata 01.....	64
Tabla 28 – CBR del Jirón Alhelí – calicata 02.....	64
Tabla 29 – CBR del Jirón José Santos Chocano – calicata 01.....	65
Tabla 30 – CBR del Jirón M. Prada Malunas – calicata 01.....	65

Tabla 31 – CBR del Psje. Pasionarias – calicata 01.	65
Tabla 32 – Proctor modificado del Jirón Alhelí – calicata 01.....	65
Tabla 33 – Proctor modificado del Jirón Alhelí – calicata 02.....	66
Tabla 34 – Proctor modificado del Jirón Alhelí – calicata 01.....	66
Tabla 35 – Proctor modificado del Jirón Alhelí – calicata 02.....	66
Tabla 36 – Proctor modificado del Jirón José Santos Chocano – calicata 01..	66
Tabla 37 – Proctor modificado del Jirón M. Prada Malunas – calicata 01.....	66
Tabla 38 – Proctor modificado del Psje. Pasionarias – calicata 01.....	67
Tabla 39 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).....	70
Tabla 40 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. José Santos Chocano. ...	70
Tabla 41 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. M. Gonzales Prada.....	71
Tabla 42 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. Alhelí.	71
Tabla 43 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. Las Pasionarias.....	71
Tabla 44 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).	72
Tabla 45 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. José Santos Chocano.	72
Tabla 46 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. M. Gonzales Prada.....	73
Tabla 47 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. Alhelí.	73
Tabla 48 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. Las Pasionarias.	73
Tabla 49 – Proyección de tráfico - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).	74
Tabla 50 – Proyección de tráfico - Jr. José Santos Chocano.....	74
Tabla 51 – Proyección de tráfico - Jr. M. Gonzales Prada.	75
Tabla 52 – Proyección de tráfico - Jr. Alhelí.....	75
Tabla 53 – Proyección de tráfico - Jr. Las Pasionarias.	76
Tabla 54 – Proyección de tráfico - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).	77
Tabla 55 – Proyección de tráfico - Jr. José Santos Chocano.....	77
Tabla 56 – Proyección de tráfico - Jr. M. Gonzales Prada.	77
Tabla 57 – Proyección de tráfico - Jr. Alhelí.....	77
Tabla 58 – Proyección de tráfico - Jr. Las Pasionarias.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.	19
Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.	19
Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.	20
Figura 4- Elementos de un pavimento (flexible y rígido).	31
Figura 5- Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).	32
Figura 6- Estructura de un pavimento flexible.	34
Figura 7- Estructura de un pavimento rígido.	35
Figura 8- Estación de Control EP-1 - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).	67
Figura 9- Estación de control EP-2 - Jr. Santos Chocano.	68
Figura 10- Estación de control EP-3 - Jr. Manual Gonzales Prada.	68
Figura 11- Estación de control EP-4 - Jr. Alhelí.	69
Figura 12- Estación de Control EP-5 - Jr. Pasionarias.	69
Figura 13- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).	80
Figura 14- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).	81
Figura 15- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Santos Chocano.	82
Figura 16- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Santos Chocano.	83
Figura 17- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Gonzales Prada.	84
Figura 18- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Gonzales Prada.	85
Figura 19- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Alhelí.	86
Figura 20- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Alhelí.	87
Figura 21- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Pasionarias. ...	88
Figura 22- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Pasionarias.	89

RESUMEN

La investigación tuvo como problema general: ¿Cómo influye el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo?, el objetivo general fue: Realizar el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo, y la hipótesis general fue Si es factible realizar el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

El método de investigación fue el inductivo, analítico, sintético y sistemático, el tipo de investigación fue aplicado, el nivel de investigación fue descriptivo – explicativo y el diseño de investigación fue no experimental. La población correspondió a la red vial de la zona urbana distrito del El Tambo en la Provincia de Huancayo, departamento de Junín.

La conclusión general fue: La metodología de diseño del pavimento rígido adoptado fue elaborada con normas de diseño de pavimentos de concreto método AASHTO 1993. El resultado del dimensionamiento de la estructura del pavimento es la siguiente para todos los jirones en estudio: espesor de losa de concreto hidráulico (0.20 m), espesor de sub base (0.20m), espaciamiento de juntas de contracción (4.00 m) y diámetro de dowells (1 1/2 pulgada).

Palabras claves: Pavimento Rígido, Diseño, Metodología AASTHO - 93.

ABSTRACT

The research had as a general problem: How does the comparative technical analysis of the design level of the pavement structure influence in the urban area of the El Tambo district? The general objective was: To carry out the comparative technical analysis of the design level of the pavement structure in the urban area of the El Tambo district, and the general hypothesis was if it is feasible to carry out the comparative technical analysis of the design level of the pavement structure in the urban area of the El Tambo district.

The research method was inductive, analytical, synthetic and systematic, the type of research was applied, the research level was descriptive - explanatory and the research design was non-experimental. The population corresponded to the road network of the urban district of El Tambo in the Province of Huancayo, department of Junín.

The general conclusion was: The rigid pavement design methodology adopted was elaborated with the AASHTO 1993 method concrete pavement design standards. The result of the dimensioning of the pavement structure is as follows for all the shreds under study: slab thickness of hydraulic concrete (0.20m), subbase thickness (0.20m), contraction joint spacing (4.00m), and diameter of dowells (1 1/2 inch).

Keywords: Rigid Pavement, Design, AASTHO - 93 Methodology.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo se desarrolló en plena aplicación al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de la Universidad Peruana Los Andes; se elaboró con mucho beneplácito la investigación titulado “análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo”; investigación que establece como propósito fundamental: Realizar el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo .

En el Perú, debido a su alto índice de crecimiento poblacional tiene como exigencia el aumento de los límites de urbanización, cabe resaltar que conforme se da el crecimiento de la población el requerimiento de nuevas rutas de acceso a cada localidad se va incrementando proporcionalmente .

La zona del proyecto se encuentra ubicada en la zona urbana del Distrito de El Tambo a la fecha cuenta con los servicios de agua potable, alcantarillado los cuales han sido cambiado y/o reinstalado por parte de los vecinos con la entidad prestadora de agua potable Sedam Junín, energía eléctrica entre otros servicios careciendo de una vía pavimentada para la circulación vehicular y peatonal de ahí se plantea el mejoramiento de las vías Jr. Alhelí, Jr. Alhelí (Jr. Agricultura), Jr. Santos Chocano, Jr. Gonzales Prada y el Jr. Pasionarias en una longitud total de 453.30 ml .

Por su gran rigidez, el pavimento de concreto no necesita capas de elevada capacidad de soporte. Por temas constructivos se necesita una capa entre la explanada y el pavimento para evitar el descalce de este último y con ello garantizar el apoyo continuo, y por ende resulte estable ante los agentes atmosféricos .

Esta investigación de tipología aplicada, considera el nivel descriptivo - explicativo; como diseño de investigación no experimental, y como técnicas de recopilación de data a las fuentes documentales, registros teniendo como instrumentos a las fichas técnicas. Como técnica para el análisis de datos se aplicó la estadística descriptiva el cual nos permitió conocer los resultados .

Para el entendimiento del tema investigado, la tesis se encuentra dividido mediante capítulos, explicándose cada capítulo de una manera directa y concreta en relación al tema investigado .

En el capítulo I, se describe el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones, limitaciones y los objetivos de la investigación .

En el capítulo II, se describe la zona del proyecto, se redacta los antecedentes (internacionales y nacionales), el marco conceptual, la definición de términos, el planteamiento de las hipótesis y la identificación de variables de la investigación .

En el capítulo III, se redacta la metodología aplicada, describiéndose el método, tipo, nivel, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información y técnicas de análisis de datos de la investigación .

En el capítulo IV, se plasma los resultados obtenidos sobre el diseño del pavimento rígido .

En el capítulo V, se da la discusión de los resultados obtenidos sobre el diseño del pavimento rígido, y poder formular las respectivas conclusiones y recomendaciones a la investigación desarrollada, y finalmente redactar las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo de la investigación.

En la parte final de la investigación, se anexan la documentación que sustenta el desarrollo de la investigación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los pavimentos a nivel mundial benefician en la sostenibilidad de la sociedad, ayudando en el comercio entre comunidades, interrelaciones y el descenso de la presencia de partículas de polvo que se generan por la presencia de trochas carrozables. Según Global Competitiveness Report del World Economic Forum da a conocer que existen doce pilares que hacen que un país se encuentre a nivel competitivo y uno de dichos pilares es la infraestructura, dicho pilar es aspecto frágil en el Perú.

El Perú se encuentra pavimentado el 76% de la red vial siendo esta 20,398 kilómetros de los 26,839 kilómetros de la extensión vial existentes en todo el Perú. Cabe resaltar que conforme se da el crecimiento de las poblaciones el requerimiento de nuevas rutas de acceso a cada localidad se va incrementando.

Un factor que se suma al déficit en el distrito de El Tambo es su crecimiento poblacional, lo cual no permite que sea más eficiente el sistema de control y administración pública. El transporte no está favorecido, este sistema sobrevive con una serie de carencias en la fiscalización de parte de la autoridad competente, que se enfrenta a una ciudad con una deficiente estructura urbana que traba posibles reformas, y no ofrece las condiciones adecuadas para el tránsito de peatones y automóviles; además los ciudadanos se enfrentan a problemas en la calidad del servicio brindado, sumando las imprudencias de peatones y choferes.

El distrito de El Tambo ya tiene muchos años sufriendo del constante deterioro de su infraestructura vial. En la visita del actual estado del sector de estudio en el cual se encontraron problemas de pavimentación en sus calles lo cual genera un problema a los usuarios de dicha vía, a la misma

vez la calle no cuenta con acceso peatonal que genera incomodidades en los pobladores.

Otro factor que resalta en dicho sector es la falta de señalizaciones horizontales y verticales; cabe resaltar que hay presencia de contaminación ambiental en la zona de estudio por la causa de transitabilidad de vehículos en las calles sin ser pavimentadas perjudicando a los pobladores de la zona urbana del distrito de El Tambo.

1.2. Formulación y sistematización del problema

Ante esta disposición se plantea la siguiente interrogante como problema general:

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuáles serán los resultados del estudio de mecánica de suelos para el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo?

b) ¿Cuáles serán los resultados del estudio de tráfico para el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo?

c) ¿Cuáles serán los resultados del dimensionamiento los espesores para el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

Tiene un alcance práctico, puesto que permitirá que la sociedad involucrada en dicho proyecto mejore los servicios de comunicación con los demás distritos, así como la reducción de problemas de salud debido a la presencia de las altas cantidades de partículas de polvo.

1.3.2. Teórica

La presente investigación tiene un alcance académico puesto que permite aplicar los conocimientos obtenidos durante el estudio de la carrera de ingeniería civil, permitiendo realizar un análisis técnico exhaustivo conociendo la realidad del lugar y las características físicas y mecánicas del suelo. Llegando a aplicar normativas tanto nacionales como son la norma técnica peruana, así como normativas internacionales como son las brindadas por AASHTO.

1.3.3. Metodológica

El presente trabajo cobra importancia al representar este un documento de consulta para estudiantes y profesionales relacionados al análisis y diseño de la estructura de pavimentos.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se realizó en la zona urbana del distrito de El Tambo, específicamente los jirones Los Lirios, Orquídeas, Gladiolos, 2 de Agosto, José Santo Chocano, Gardenias, Manuel Gonzales Prada, Malvinas, Alhelí, Jazmines, Las Camelias, Los Heraldos y Pasionarias, dentro de la jurisdicción del distrito de El Tambo en la provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

1.4.2. Temporal

El trabajo de investigación se llevó a cabo en 4 meses, del mes de marzo del 2021 hasta el mes de junio del Año 2021.

1.4.3. Económica

Los gastos financieros incurridos en la elaboración del presente trabajo de investigación, no fue inconveniente económico alguno. El gasto mencionado fue asumido en su totalidad por el investigador de la presente tesis.

1.5. Limitaciones

Básicamente la limitación de la investigación se centró en la no accesibilidad a la información del expediente técnico “mejoramiento vial de los Jrs. Los Lirios, Orquídeas, Gladiolos, 2 de agosto, José Santo Chocano, Gardenias, M. Prada, Malvinas, Alhelí, Jazmines, Las Camelias, Los Heraldos y Pasionarias, distrito de El Tambo – Huancayo – Junín” – viii etapa”.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Realizar el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Realizar el estudio de mecánica de suelos para el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

b) Realizar el estudio de tráfico para el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

c) Realizar el dimensionamiento de los espesores para el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Fontalba (2015). En la tesis: “Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector Guacamayo 1° etapa”, para optar el título de Ingeniero Civil en obras Civiles. Universidad Austral de Chile, facultad de ingeniería, “En la presente investigación tiene como objetivo general: Para poder proyectar un pavimento flexible en la Avenida Circunvalación en el sector de Guacamayo en la primera Etapa que está en función a las solicitudes en el tráfico”. “La metodología será de tipo aplicada, con un Nivel Descriptivo y llega a la conclusión de la investigación de la zona a intervenir analizando primeramente la calidad del suelo que fue optima en todo el recorrido presentando un estudio de CBR con una calificación de optima siendo mayor al CBR de diseño. Para el sector en el cual hay una presencia de humedades del suelo tratado antes de iniciar una preparación de la subrasante y una posterior pavimentación”. “El tráfico vehicular queda claro un sector de alto flujo de vehículos pesados que proviene de deferentes plantas forestales de la zona. Estos vehículos son los principales causantes del deterioro actual de la vía, por lo que con una estimación y una consideración nos determina un diseño que pueda cumplir unas características de calidad del pavimento. En el diseño propiamente planteada son capas de distintas características que nos entregaran una óptima seguridad en el diseño que pueda ser capaz de soportar un alto tráfico dentro de su vida útil”.

Villacis (2014). En la tesis: “Manual práctico de optimización para la revisión de estudios de diseño de pavimentos”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Internacional del Ecuador, facultad

de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Quito, Ecuador. “En la presente investigación tiene como objetivo general: Para poder desarrollar un manual que pueda permitir analizar una carretera u pueda contemplar una información metodológica y sistemática para las labores de una revisión de un estudio de diseño en pavimentos”. “Aplicando una Metodología de tipo aplicada, con un nivel descriptivo y llegando a la conclusión se elabora un resumen de los criterios para un diseño del pavimento flexible, un diseño para pavimentos rígidos y otro diseño para pavimentos articulados de una forma sintética y con una referencia directa pertenecientes a normas para sus diseños”. “Proponiendo un nuevo diseño en obras de pavimentos, con fórmulas que puedan guiar en los diferentes procesos y adicionando así un flujograma que lo que nos indica secuencialmente las diferentes actividades que indica secuencialmente las actividades que deben realizarse en la revisión de estudios para diseños de pavimentos”.

Salamanca y Zuluaga (2014). En la tesis: “Diseño De La Estructura De Pavimento Flexible Por Medio De Los Métodos INVIAS, AASHTO 93 E Instituto Del Asfalto Para La Vía La Ye-Santa Lucia Barranca Lebrija Entre Los Abscisas K19+250 A K25+750 Ubicada En El Departamento Del Cesar”, para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia, facultad de ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. “En la presente investigación tiene como objetivo general: Al diseñar las diferentes estructuras de un pavimento flexible que por medio de un método de INVIAS para los medios y los altos volúmenes de densidad vehicular diseñadas por el método del AASHTO 93 y con un diseño del instituto de asfalto en la vía de La Ye en distrito de Santa Lucia y la Provincia de Barranca de Lebrija con los puntos de las abscisas K19+250 a 25+750 en el departamento del Cesar”. “Con una metodología de tipo Aplicada, nivel descriptivo con una conclusión de que la capacidad portante

de la subrasante que estará apoyada en la estructura del pavimento para las dos condiciones, con un CBR menor al 3% con un alto índice de hinchamiento y un marginal para los tramos de 1,3 y 5 y con un CBR promedio de 95% a una alta densidad mayor de 6% la cual corresponde a los diferentes sectores 2 y 4. Para las estructuras del pavimento están definidas por cada método evaluado la cual se basó en un diseño para una vida útil de 10 años para los pavimentos flexibles o con una equivalencia de que pueda acumular un número de ejes equivalentes de 8.2 ton para el diseño adoptado”.

2.1.2. Nacionales

López (2017). En su tesis Diseño de pavimento flexible de las calles del AA. HH nuevo Indoamérica, del distrito de La Esperanza – Trujillo – La Libertad”. “En este proyecto de investigación se tiene como objetivo principal desarrollar el diseño de pavimento flexible basado en métodos tradicionales que permitan el diseño de acorde con la realidad del asentamiento humano Nuevo Indoamérica. Dicho estudio concluye en un diseño de pavimento basado en la metodología AASTHO 1993 optando por un pavimento del tipo pavimento flexible con espesores de 6” para la carpeta base, 6” para la carpeta base y 2” de la carpeta de rodadura siendo esta última de asfalto en caliente”. “Dicho estudio también obtuvo datos de crecimiento de tráfico para lograr hacer un estudio exhaustivo y real en sus propuestas de diseño. Por lo tanto, dicho antecedente aporta datos de un diseño de pavimento flexible basado en criterios tanto económicos como basados en la realidad del lugar de estudio”.

Gómez (2014). En su tesis “Diseño Estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau – Trujillo – La Libertad”. Se propuso como objetivo principal determinar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad. “El estudio concluyó después de haber tomado en cuenta

los parámetros tanto físicos como mecánicos de la zona de estudio, niveles de servicio y confiabilidad de acorde con el lugar de estudio y basándose en la metodología AASTHO -93; presentaron un diseño de pavimento flexible cuyos espesores son 10 cm. de carpeta de rodadura, 15 cm de espesor para la carpeta base y 15 cm de espesor para la carpeta sub – base”. “Por lo tanto, el antecedente aporta datos fundamentales para criterios de diseño de un pavimento y metodologías base a tomar en cuenta frente diferentes parámetros físicos – mecánicos de la zona estudiada”.

Ramírez (2018). En su tesis “Propuesta de Diseño del pavimento flexible para las calles 4, 5 y 6 del asentamiento humano las lomas Sector I, distrito de Huanchaco – Trujillo – La Libertad.” “La presente aportación tiene como objetivo general el diseñar el pavimento flexible para las calles 4,5 y 6 del Asentamiento Humano Las Lomas sector I, Distrito de Huanchaco - Trujillo - La Libertad, 2018. Concluyendo el estudio en una serie de estudios como lo son el estudio topográfico para conocer los perfiles y secciones transversales de la zona de estudio, un estudio de suelos con el fin de conocer las características mecánicas y físicas del lugar de estudio y un estudio de tráfico para conocer el volumen vehicular de la zona y hacer un diseño basado en la demanda y una perspectiva a futuro; tomando en cuenta todos esos factores los investigadores concluyeron basándose en la metodología AASHTO – 1993 un espesor de pavimento de 5 cm de asfalto, 15 cm de base y 25cm de subbase”. “El antecedente aporta conocimiento de estudios previos a tener en cuenta para presentar un diseño de pavimento adecuado y bajo la metodología AASHTO – 1993 a su vez tiene en cuenta parámetros económicos para concluir un diseño viable ante la sociedad”.

Campos (2018). En su tesis “Diseño de pavimento flexible y veredas en la UPIS Pedro Pablo Atusparia, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Departamento de

Lambayeque”. “Este proyecto de investigación tuvo como objetivo general realizar el diseño de pavimento flexible y veredas en la Upis Pedro Pablo Atusparia, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”.

“El aporte que nos brindan concluye en un diseño de pavimento flexible con una capa de rodadura de concreto asfáltico debido a que realizo un estudio comparativo basándose en criterios económicos optando por dicho pavimento y pudo concluir en un diseño de pavimento basado en la metodología AASHTO-93 en un pavimento con un espesor de carpeta de rodadura de 5 cm, un espesor de carpeta base de 20 cm y un espesor de carpeta subbase de 20 cm, siendo este un diseño conservador”. “El aporte de dicho investigador nos proporciona datos de un diseño de pavimento basado en criterios comparativos entre dos tipos de pavimentos con diferentes tipos de carpetas de rodadura tomando como alternativa la más conservadora y económica de diseñar”.

Alfaro (2017). En su tesis “Propuesta de Diseño de un pavimento de la calle I del centro Urbano Informal del Sector San Miguel, distrito de Trujillo”. “La presente tesis tiene como objetivo principal contar con una adecuada condición de transitabilidad vehicular y peatonal por las calles del sector San Miguel del distrito de Trujillo – La Libertad, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector San Miguel y disminuir las enfermedades ocasionadas por el polvo y el mal estado de las calles”.

“El estudio concluye que después de haber realizado los estudios pertinentes de la zona como lo son un estudio de topografía, un estudio de mecánica de suelos, un estudio de tráfico vial y obtener los datos de clima en la zona; presentó un diseño de pavimento basado en las condiciones reales de la zona y proponiendo un estudio de durabilidad para los próximos 20 años; obteniendo un pavimento con espesor en su carpeta de rodadura de 2”, un

espesor para la carpeta base y subbase de 15 cm. La presente investigación aporta criterios tanto estructurales como metodologías basadas en el método AASHTO – 93 para el diseño de pavimentos flexibles”.

2.1.3. Locales

Reyes (2013). Tesis “Diseño del Pavimento Rígido en las Vías Urbanas en el Jr. Arzobispo del Valle Cuadras. 8,9 y Jr. Tarapacá Cuadras. 13 y 14, del Provincia de Jauja”; Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería. Huancayo – Peru.

Objetivo principal:

“Construcción del pavimento rígido de las vías urbanas en el Jr. Arzobispo del Valle Cuadras. 8,9 y Jr. Tarapacá Cuadras. 13 y 14, del Provincia de Jauja”.

Objetivos secundarios:

- ✓ Mejorar la transitabilidad de los vehículos que transitan por las vías mencionadas.
- ✓ Eliminar el exceso de polvo en las épocas de estiaje.
- ✓ Eliminar el excesivo barro de la zona producidas en las épocas de lluvias.
- ✓ Contribuir a elevar el nivel social, cultural y económico de la provincia.
- ✓ Elevar el precio de los predios y los terrenos de esta zona.
- ✓ Mejorar el sistema de articulación vial la Ciudad de Jauja y de sus calles transversales.
- ✓ Mejorar el sistema de transitabilidad peatonal de las calles de la ciudad de Jauja.
- ✓ Mejorar el entorno urbano de la Provincia.

Conclusiones:

- ✓ “El concreto que se utiliza en la construcción del proyecto deberá de llenar los requisitos estipulados en el diseño del mismo, y en las especificaciones que se ubiquen en los planos”.

- ✓ “El factor económico será el factor de mayor influencia, para decidir la construcción de cualquier proyecto de infraestructura. Se recomienda que, para obtener datos verdaderos en la decisión, se haga un análisis económico que incluya no solamente el valor de la construcción inmediata, sino además los costos de mantenimiento sino son tomados en cuenta, puedan dar la pauta para determinar que un tipo de pavimento, puede dar un costo menor respecto a otro”.
- ✓ “El uso de normas y procedimientos estandarizados por la AASHTO Y ASTM, y los requisitos establecidos en las normas peruanas, es lo más recomendable para la construcción de todo tipo de construcción vial, ya que ellos resumen los procedimientos que por largos periodos de prueba han evaluado de manera satisfactoria a los materiales”. “Es recomendable que toda persona que necesite evaluar materiales en laboratorio, consulte dichos reglamentos y haga sus ensayos según lo descrito, ya que las traducciones y traspaso de información puede cambiar la forma de ensayar los materiales, dando como resultado, datos incorrectos”.
- ✓ “El diseño de un pavimento tiene como dato principal para el diseño, tránsito vehicular”. “La falta de datos confiables para el diseño, pueden dar como resultado, proyectos sobredimensionados que tengan costos mucho más altos de lo permisible, o proyectos que no cumplen con el periodo de servicio para el que fue diseñado”. “Para evitar lo anterior se recomienda llevar conteos periódicos de tránsito vehicular, no muy frecuentes, pero si periódicos, para obtener datos confiables para el diseño”.

Antonio (2013). Tesis “Construcción De Pavimento Rígido En Los Jirones Alfonso Ugarte Y Bolognesi En El Barrio Conchapata – Provincia De Huamanga – Región Ayacucho”; Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería. Huancayo – Perú.

Objetivo principal:

- ✓ “Mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en los Jr. Alfonso Ugarte y Bolognesi en el Barrio Conchapata en la provincia de Huamanga, Ayacucho”.

Objetivos secundarios:

- ✓ “Efectuar un diseño adecuado del pavimento rígido, estableciendo el paquete estructural del pavimento”.
- ✓ “Realizar trabajos preliminares de levantamiento topográfico de la zona donde se va a efectuar el diseño”.
- ✓ “Realizar estudios de mecánica de suelos y de tráfico”.
- ✓ “Mejoramiento de las características geométricas de la vía y del sistema de drenaje para evacuación de aguas pluviales”.

Conclusiones:

- ✓ “Con el procedimiento y cálculos efectuados, utilizando la metodología AASTHO 93, se consiguió diseñar el paquete estructural del pavimento rígido para los jirones Alfonso Ugarte y Bolognesi en el barrio Conchapata en Ayacucho”.
- ✓ “El uso del método ASSHTO 93, demuestra su vigencia y aplicabilidad para los pavimentos rígidos que se diseñen en nuestra ciudad”.
- ✓ “La ejecución de este proyecto, permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y la accesibilidad peatonal, proporcionándoles mayor seguridad en su desplazamiento a los pobladores de la zona”.
- ✓ “Asimismo, disminuirá el índice de contaminación ambiental que se producía por el polvo, por ende, mejorando sustancialmente, la calidad de vida de los pobladores”.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la investigación

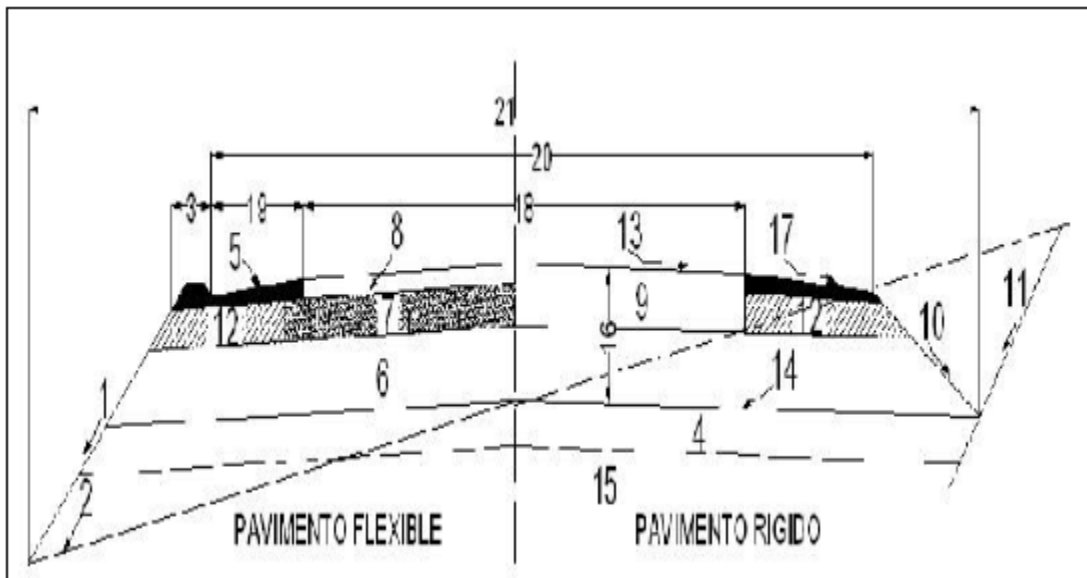
2.2.1.1 Pavimentos

En concepto de pavimentación se puede explicar cómo la acción de proporcionar superficies adecuadas, para el tránsito de vehículos y personas en los espacios (áreas) de circulación de un loteo (calles y pasajes).

La pavimentación, en realidad es sólo una parte del proyecto, el cuál como toda obra vial incluye otras especialidades complementarias entre sí, que han de ser motivo de estudio, diseño y materialización, entre las que destacan: geometría (alineamientos geométricos y sección transversal), infraestructura u obra básica, superestructura (pavimentación propiamente tal), obras de drenaje y saneamiento, elementos de control, seguridad, iluminación y señalización, estructuras y obras de protección, y finalmente obras especiales, así como pavimento, es una estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura.

Un pavimento es un elemento estructural formado por varias capas paralelas de espesor y calidad diferentes que, se colocan sobre el terreno natural nivelado, perfilado y compactado para soportar un tráfico previsto en un periodo de tiempo dado.

Figura 4- Elementos de un pavimento (flexible y rígido).



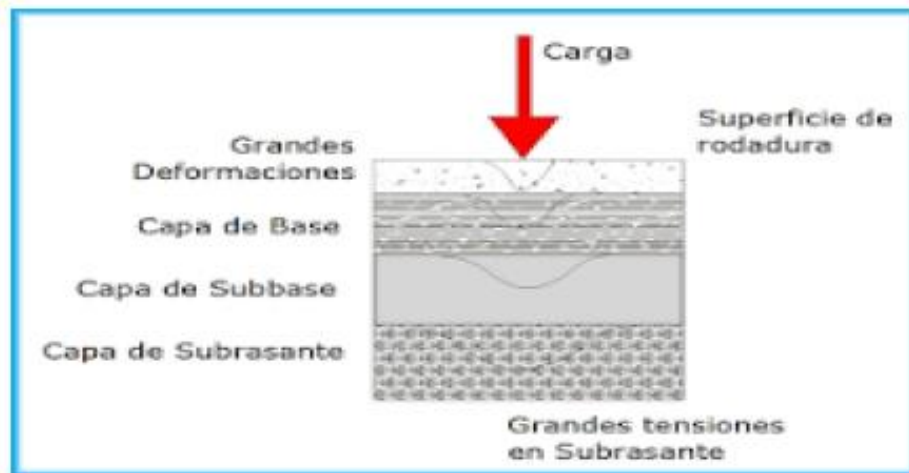
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 04, se tienen los siguientes elementos constitutivos, que conforman la sección de construcción de un camino:

1. Talud en terraplén
2. Nivel de la superficie natural de terreno
3. Bordillo
4. Capa subrasante
5. Material asfáltico en el acotamiento lateral
6. Subbase
7. Base granular
8. Carpeta asfáltica
9. Losa de concreto hidráulico
10. Cuneta de la sección en corte
11. Talud de la cuneta en la sección en corte
12. Material de base en el acotamiento
13. Bombeo de la corona
14. Nivel de la subrasante
15. Nivel de las terracerías
16. Estructura del pavimento

- 17. Superficie asfáltica para el acotamiento
- 18. Carriles de circulación, ancho de calzada
- 19. Acotamientos
- 20. Ancho de corona
- 21. Ancho total del camino.

Figura 5- Estructura típica de un pavimento (flexible y rígido).



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura N° 05, podemos decir que, un pavimento está formado de arriba hacia abajo por:

- 1.- La superficie de rodadura, que, en el caso de los pavimentos rígidos, es también el principal elemento estructural.
- 2.- La base, que puede ser de agregados aglomerados o sin aglomerar.
- 3.- La sub-base
- 4.- La sub – rasante

2.2.1.2 Diseño de pavimentos

Es el proceso por el cual los componentes estructurales carpeta, losa, base, subbase y subrasante de un segmento de carretera son determinados tomando en consideración la naturaleza de la subrasante, las

consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico y las condiciones de mantenimiento.

En forma resumida, el diseño de la estructura del pavimento es, establecer espesores y rigideces de los materiales para mantener la vía bajo un cierto nivel de deterioro y confort.

Etapas del diseño de pavimentos:

- ✓ Estudio de la subrasante.
- ✓ Definición del tipo de superficie de rodadura y los componentes estructurales
- ✓ Selección de los materiales
- ✓ Estudio de tráfico
- ✓ Sectorización del tramo
- ✓ Diseño de los espesores de cada capa
- ✓ Análisis del ciclo de vida
- ✓ Determinación del tipo de pavimento y de los espesores finales.

Funciones de la estructura de pavimentos:

- ✓ Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable sin demoras excesivas.
- ✓ Proporcionar a los vehículos acceso bajo cualquier condición de clima.
- ✓ Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante.
- ✓ Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos.
- ✓ Limitar el ruido y la contaminación del aire.

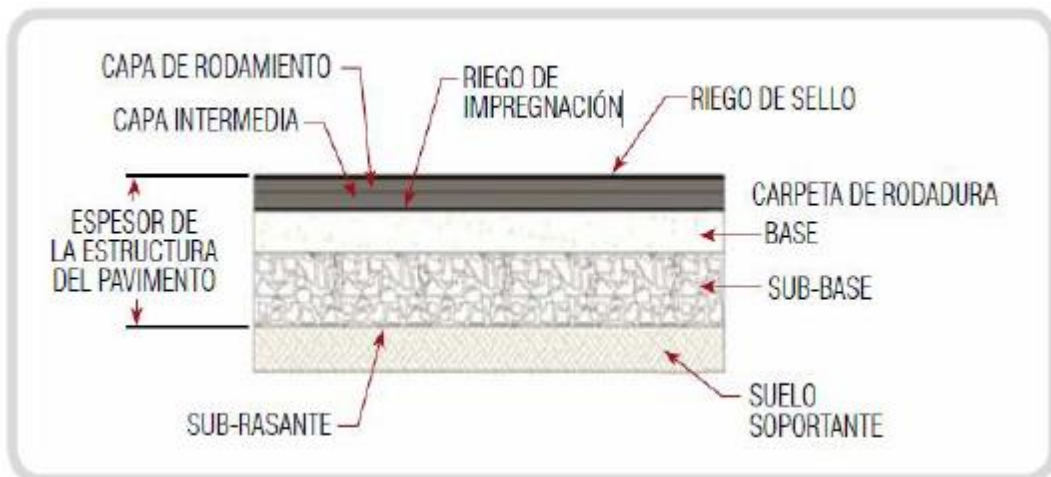
Clasificación de pavimentos: Los tipos de pavimentos son los siguientes.

- ✓ Pavimento flexible
- ✓ Pavimento semiflexible

- ✓ Pavimento semirrígido
- ✓ Pavimento rígido

1.- Pavimento flexible: Es una estructura compuesta por capas granulares subbase, base y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser el caso, aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

Figura 6- Estructura de un pavimento flexible.



Fuente: Elaboración propia.

2.- Pavimento semiflexible: Compuestos por una base y una carpeta asfálticas, estando constituidos por una intermedia y otra de rodadura; cuentan con una sub-base granular.

3.- Pavimento semirrígido:

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con

asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados.

4.- Pavimento rígido: Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo.

Figura 7- Estructura de un pavimento rígido.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.3 Factores de diseño de pavimentos

1.- Estudio topográfico: Se desarrolla bajo los fundamentos de la norma DG-2001. Están compuestos básicamente por los planos de ubicación, localización, planta, perfil longitudinal, secciones de vía acorde al tipo de vía en estudio y demás detalles.

2.- Estudio de suelos canteras y fuentes de aguas, subrasante y/o terreno de fundación: Los trabajos relacionados al comportamiento de los suelos no son tomados en cuenta para una evaluación completa de transmisión de cargas a las masas de suelos; solo se basan en la determinación de la capacidad de carga como insumo de diseño, dejando de lado los problemas de deformación a lo largo del tiempo y solo evaluando la estabilidad de los suelos y cargas.

Canteras: El número de pozo de exploración está determinado por volumen del material, cuyas frecuencias están definidas en la norma E.M-2000 Manual de ensayo de materiales para carretera los ensayos a considerar son los siguientes, los mismo que para subrasante abrasión los Ángeles, equivalente arena, partículas en una y dos caras facturadas, partículas chatas y alargadas, sales solubles totales.

Fuentes de agua: Básicamente las fuentes de agua en un proyecto vial cumpliendo funciones, la primera para alcanzar los niveles óptimos en los materiales a compactar y en segundo lugar, para elaborar concreto, siendo el concreto quien requiere mayor calidad de agua los análisis físico químicos deben estar enfocados a dichos parámetros.

CBR de diseño: El ensayo de CBR, es una medida indirecta de la resistencia del suelo a la penetración y trata de un ensayo relativamente simple para obtener un indicador de la resistencia del suelo a la penetración y un indicador de la resistencia del suelo de la subrasante, subbase y base para uso en carreteras y aeropuertos que

por sí mismo, no representa una propiedad fundamental del material.

Sería inadecuado y poco práctico ejecutar una sección de pavimento por cada tipo de suelo representativo, por ello es importante definir un CBR representativo, cuyo valor represente un equilibrio entre la estabilidad de la estructura y su economía que se le denomina CBR de diseño.

El procedimiento sugerido para la determinación de CBR de Diseño, es el de los percentiles cuyos valores fueron establecidos por el instituto norteamericano del asfalto.

En caso de la norma peruana MTC. 2012. Se considera un material apto para ser considerado como subrasante cuando su CBR $\geq 6\%$. Si tiene un CBR menor se debe plantear el mejoramiento o reemplazo de dicho suelo, el CBR de diseño se calcula de acuerdo a los siguientes pasos:

- ✓ En los sectores con 6 a más valores de CBR realizado se determinará, el valor de CBR de diseño en base al promedio del total de los valores analizados por sector.
- ✓ En los sectores con menor 6 CBR realizados se determinará con base a lo siguiente:
 - Si los valores son parecidos o similares tomar el valor promedio.
 - Si los valores no son parecidos o no son similares tomara el valor critico (el más bajo)
- ✓ Una vez definido el valor de CBR de diseño para cada sector de características homogéneas se clasificará en que categoría de subrasante pertenece según el siguiente cuadro:

Tabla 1 – Categorías de subrasante según CBR.

CATEGORIAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante pobre	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S ₂ : Subrasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S ₃ : Subrasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S ₄ : Subrasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S ₅ : Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ **Percentiles:** son valores estadísticos, resultantes de la ponderación y organización de valores objetivos, en el caso de pavimentos, se emplea para determinar el CBR de principal criterio el equilibrio económico, el instituto del asfalto norteamericano sugiere el siguiente cuadro:

Tabla 2 – Valor Percentil según ESAL.

ESAL	VALOR PERCENTIL
Menor de 10000	60%
Entre 10000 y 1000000	70%
Mayor a 1000000	87.5%

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ **Módulo de Resiliencia:** Las metodologías actuales de diseño de pavimentos reconocidas por nuestras normas requieren del módulo de resiliencia o módulo resiliente; como dato de diseño que representa la capacidad de soporte del terreno el módulo de resiliencia MR representa el módulo de elasticidad del

terreno. De las diversas investigaciones se concluye que un módulo de resiliencia de 30000 PSI corresponde a un CBR del 100%.

Tabla 3 – Cálculo de módulo resiliente.

Cuando CBR < 7.2%	$MR=1500 \times CBR$
Para CBR DE 7.2 a 20%	$MR=3000 \times CBR^{0.65}$
Para suelos granulares	$MR=4326 \times LN(CBR+241)$

Fuente: Elaboración propia.

3.- Hidrología y drenaje: Dentro de los factores que interactúan como una estructura de tránsito tenemos el aspecto climático, que es calculado por medio de la hidrología y controlado por medio del drenaje.

Clasificación: de acuerdo a los lineamientos de pro vías descentralizadas tenemos dos grupos:

- ✓ Por el sentido de escorrentía: De acuerdo a este criterio tenemos el sistema longitudinal que discurre paralelo al eje de la vía (subdrenes, cunetas, zanjas de coronación etc. y el drenaje transversal cuyo sistema permite que las aguas discurren perpendiculares a los ejes de la vía (pontones, alcantarillas, bombeo, etc.).
- ✓ Por la cota: Se tiene básicamente al drenaje superficial y al drenaje subterráneo, pendiente ser estos longitudinales o transversales.

4.- Estudio de tráfico: El tráfico es uno de los factores más importante, su correcta determinación depende de muchos factores que puedan conducir a una estimación inadecuada del mismo, los métodos actuales se basan en transformar los diferentes tipos de vehículos en un eje

estándar equivalente para posteriormente calcular el número de repeticiones de ejes equivalente en el periodo de diseño de pavimentos.

Objetivos:

- ✓ Determinar la cantidad de vehículos según tipo.
- ✓ Determinar el origen y destino.
- ✓ Calcular el tipo de deterioro que produce cada vehículo y el conjunto de ellos.
- ✓ Identificar el comportamiento y variaciones horarias.
- ✓ Proporcionar parámetros de diseño y evaluación de las vías en estudio.
- ✓ Opcionalmente puede verificarse el estado mecánico, antigüedad y probabilidades de renovación del parque automotor.

Tipos de tráfico: Los manuales y normas nacionales homologadas a normas del AASHTO consideran tres tipos principales de tráfico.

- ✓ Tráfico normal: Esta referido a los vehículos que circulan por la vía en estudio y que son identificados en el proceso del conteo.
- ✓ Tráfico generado: Es un valor estimado de los posibles nuevos vehículos que circularan por la vía a consecuencia de las mejoras económicas y bienestar que generara la infraestructura, cuando se construye o apertura una carretera el tráfico es generado.
- ✓ Trafico desviado: Está compuesto por vehículos que originalmente usaban otra vía o vías alternas y que modifican su ruta debido a la ejecución de mejoras de la vía en estudio.

Ubicación de estaciones: Estación de control o conteo, es el punto donde se efectúan la medición de

volúmenes de vehículos, el principal criterio para la ubicación de estaciones es tener una estación entre dos puntos de importancia, los peajes son puntos de control que entre sus funciones principales tiene la de realizar el conteo y clasificación del tráfico.

En primer lugar, se necesita el plano clave del proyecto seguido del plano de ubicación y localización dentro del contexto del diagrama vial (carreteras) o dentro del sistema vial de una ciudad.

2.2.1.4 Diseño estructural de pavimentos rígidos

1.- Método AASHTO 1986/1993: El método tradicionalmente utilizado para diseñar pavimentos es el basado en la metodología AASHTO, la que ha sido actualizada en varias ocasiones, siendo la última versión la del año 1998. En esta metodología, se utilizan relaciones entre los parámetros que por iteración permiten determinar un espesor de losa de hormigón como diseño.

El método AASHTO 93, estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final, que se debe mantener al concluir el periodo de diseño.

Factores de diseño: El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para

predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida en servicio. La ecuación fundamental AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\begin{aligned} \log_{10} W_{82} = & Z_R + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{L + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 \\ & - 0.32 P_T) \times \log_{10}\left(\frac{M_R C_{dx}(0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 J(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/K)^{0.25}})}\right) \end{aligned}$$

Dónde:

W8.2 : Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Zr : Desviación normal estándar.

S0 : Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D : Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

ΔPSI : Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

Pt : Índice de serviciabilidad o servicio final.

Mr : Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

Cd : Coeficiente de drenaje.

J : Coeficiente de transmisión de carga en la juntas.

Ec : Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

K : Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o sub rasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Procedimiento de diseño: El procedimiento de diseño de un pavimento rígido utilizando el método AASHTO, es el siguiente:

- ✓ Estimar el período de diseño.
- ✓ Estimar el tráfico para el Periodo de diseño (W18).
- ✓ Determinar la confiabilidad R y la desviación estándar total S_o .
- ✓ Establecer el módulo de reacción efectivo de la subrasante k.
- ✓ Determinar la pérdida de serviciabilidad de diseño.
- ✓ Obtener el espesor de la losa D (ábaco o fórmula).

2.2.1.5 Juntas en los pavimentos rígidos

Según Montejo (2010). “En las losas de un pavimento rígido se presentan diversas clases de esfuerzos. Los más elevados son los generados por la circulación de los vehículos sobre ellas, los cuales se controlan con el correcto diseño del espesor de las losas, con la selección adecuada de la resistencia del concreto y con una calidad en la construcción tal que las propiedades determinadas durante el diseño se cumplan.”

Otros esfuerzos generados en el pavimento se deben a los movimientos de contracción o expansión del concreto ya las diferencias en la temperatura, o en la humedad, entre la superficie y el apoyo de la losa. Estos esfuerzos se controlan con una adecuada selección de las dimensiones superficiales de las losas, en otras palabras, diseñando las juntas del pavimento.

Las juntas, transversales y longitudinales, se construyen para impedir que se presente fisuración del pavimento.

“Además, los análisis de los esfuerzos generados en las losas, por cargas colocadas en diferentes posiciones, han demostrado que estos son mayores en las cercanías de los bordes de las losas y, aún más en sus esquinas, de lo cual se concluye que las juntas inducen en el pavimento rígido unas zonas de debilidad relativa, por lo que en su concepción se deben diseñar los mecanismos o tomar las precauciones necesarias para mantener su integridad estructural” (Montejo, 2010).

Finalidad de las juntas:

a) Por requisitos de construcción. Lo más frecuente es construir los pavimentos rígidos por carriles, generándose juntas longitudinales, con una separación determinada mediante un diseño realizado con criterios técnicos.

Además de la junta longitudinal descrita, se presentan juntas de construcción transversales, cuando se suspenden las labores de colocación del concreto, bien sea por la finalización de la jornada laboral, por alguna interrupción en el suministro del material o por averías en alguno de los equipos empleados para su producción, transporte o colocación.

“Pero esta interrupción debe ser tan larga como para que el concreto ya colocado haya alcanzado su fraguado final. El tiempo en que esto sucede depende de las propiedades del concreto, del empleo o no de aditivos retardantes y de las condiciones climáticas” (Montejo, 2010).

b) Retracción del concreto. El concreto al endurecer ocupa menos volumen que cuando está fresco, debido fundamentalmente a las reacciones de hidratación que ocurren durante el fraguado y, en forma secundaria, al

enfriamiento producido por el desprendimiento de calor originado en dicha reacción.

“La retracción lineal de un elemento de concreto es tanto mayor cuanto menor sea la relación entre su volumen y su área superficial; en el caso de las losas de un pavimento esta relación es muy pequeña, debido al bajo espesor de ellas comparado con su superficie y, por lo tanto, se presenta una retracción longitudinal considerable” (Montejo, 2010).

c) Dilatación térmica. “El aumento de temperatura en el concreto ocasiona, en ausencia de restricciones, un incremento en su volumen; y por ser las losas del pavimento elementos de poco espesor en relación con su área superficial, este aumento de volumen es más notorio en su dimensión longitudinal”. “Si existe confinamiento (es decir, si se impide el aumento de longitud), se introducen necesariamente esfuerzos de compresión, los cuales, aunque son bien resistidos por el concreto, tienen efectos secundarios perjudiciales, como producir alabeo en las placas e introducir esfuerzos en las estructuras colocadas dentro del pavimento (tapas de alcantarillas, por ejemplo) o colindantes con él (puente, intersecciones con otras vías, etc.)” (Montejo, 2010).

d) La aparición de fisuras. Por alabeo tienen su origen cuando el concreto ha endurecido, y se somete a los cambios diarios de las condiciones climáticas, entonces se inducen esfuerzos debido a los gradientes de humedad y temperatura. En su día caluroso, la superficie del pavimento tiene mayor temperatura que su apoyo, obligando a las losas a levantarse en el centro y apoyarse en los extremos, lo que produce esfuerzos que pueden

generar nuevas fisuras; en la noche, el fenómeno se invierte y los esfuerzos de tracción se desarrollan en la cara inferiores del pavimento.

“Para minimizar el efecto de la dilatación térmica de las losas de concreto se han desarrollado las “juntas de Expansión”, que son discontinuidades transversales en las losas, con una separación suficiente como para permitir el movimiento longitudinal de éstas” (Montejo, 2010).

2.2.1.6 Costos de construcción de pavimentos rígidos

“La elaboración de los costos es uno de los factores más importantes que se debe tener en cuenta en la construcción de obras, con la finalidad de saber el precio total de una obra, el cual es producto de la sumatoria de distintos ítems componentes del presupuesto total de obra. Es indispensables realizar el análisis de precios unitarios de cada una de las actividades con sus incidencias directas e indirectas. Costos y Presupuestos de Edificación (CAPECO)”.

sus incidencias directas e indirectas. Costos y Presupuestos de Edificación (CAPECO).

Costos directos: El costo directo se conforma de tres componentes que dependen del tipo de actividad que se está realizando el costo. La estructura que tienen los Costos Unitarios en cada Ítem de construcción, está conformada por:

- ✓ Materiales e Insumos
- ✓ Mano de Obra.
- ✓ Maquinaria y Equipo

Costos indirectos: Los costos indirectos son los gastos que por su naturaleza son de aplicación a las obras ejecutadas en un tiempo determinado, comprendiéndose dentro de los siguientes aspectos:

- ✓ Beneficios Sociales y de Trabajo.
- ✓ Amortización o alquiler de maquinaria, equipo y herramientas.
- ✓ Gastos generales.

2.3. Marco Normativo

Para el desarrollo de la investigación, se tuvo en cuenta las siguientes normas de diseño.

Norma CE.010 – Pavimentos Urbanos: La presente se denomina Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos, tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la Mecánica de Suelos y de la Ingeniería de Pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio.

La presente Norma tiene su ámbito de aplicación circunscrito al límite urbano de todas las ciudades del Perú.

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de pavimentos urbanos en general, excepto donde ésta indique lo contrario.

2.4. Definición de términos

1. **Base:** “Capa generalmente granular, aunque también podría ser de suelo estabilizado, de concreto asfáltico, ó de concreto hidráulico. Su función principal es servir como elemento estructural de los pavimentos, aunque en algunos casos puede servir también como capa drenante”. Norma, CE.010. (2010).
2. **Capa Asfáltica de Superficie:** “Es la capa superior de un pavimento asfáltico, llamada también Capa de Desgaste o Capa de Rodadura. Norma”, CE.010. (2010).
3. **Capa de Base Asfáltica:** “Es una capa estructural de algunos pavimentos flexibles compuesta de agregados minerales unidos con productos asfálticos. También conocida como Base Negra”. Norma, CE.010. (2010).
4. **Capa de Sub-Rasante:** “Porción superior del terreno natural en corte o porción superior del relleno, de 20 cm de espesor compactado en vías locales y colectoras y de 30 cm de espesor compactado en vías arteriales y expresas”. Norma, CE.010. (2010).
5. **Coeficiente de Capa (ai):** “Número expresado en unidades de 1/pulg, o 1/cm, que representa la resistencia relativa de los materiales de construcción, que forman parte del pavimento”. Norma, CE.010. (2010).
6. **Coeficientes de Drenaje Cd y mi:** “Son los parámetros que representan en la metodología AASHTO de 1993 a las características de drenabilidad de un material granular empleado como base o sub-base y se expresan como Cd para pavimentos rígidos y como mi para pavimentos flexibles y cuyo valor depende del tiempo en que estos

materiales se encuentran expuestos a niveles de humedad cercana a la saturación y del tiempo en que drena el agua”. Norma, CE.010. (2010).

- 7. 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”. Norma, CE.010. (2010).
- 8. Espesor de Diseño:** “Es el espesor de cada capa del pavimento, determinado en el diseño”. Norma, CE.010. (2010).
- 9. Espesor Efectivo:** “El espesor efectivo de cada capa de un pavimento existente se calcula multiplicando su espesor real por los correspondientes factores de conversión, según el método de diseño”. Norma, CE.010. (2010).
- 10. Estructura del Pavimento Asfáltico:** “Pavimento con todas sus capas de mezclas asfálticas, o de una combinación de capas asfálticas y base granulares, colocadas encima de la sub-rasante natural o estabilizada”. Norma, CE.010. (2010).
- 11. Estudio de Cargas:** “Es un estudio para determinar el peso transportado por cada eje y el número de ejes para cada tipo de camiones pesados”. Norma, CE.010. (2010).
- 12. Factor Camión:** “Es el número de aplicaciones de cargas por eje simple equivalentes a 80 kN, producidas por una pasada de un

vehículo cualquiera del Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Los Factores Camión pueden aplicarse a vehículos de un solo tipo o clase o a un grupo de vehículos de diferentes tipos”. Norma, CE.010. (2010).

13.Factor de Equivalencia de Carga: “Es un factor utilizado para convertir las aplicaciones de cargas por eje de cualquier magnitud, a un número de cargas por eje simple equivalentes a 80 kN”. Norma, CE.010. (2010).

14.Imprimación Asfáltica: “Asfalto diluido, aplicado con un rociador de boquilla que permita una distribución uniforme sobre la Base Granular para impermeabilizarla y lograr su adherencia con la Capa Asfáltica de Superficie”. Norma, CE.010. (2010).

15.Índice de Serviciabilidad Final (pt): “Se establece como la condición de la superficie del pavimento que no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario y corresponde al valor más bajo antes de que sea necesario rehabilitar o reconstruir un pavimento”. Norma, CE.010. (2010).

16.Índice de Serviciabilidad Inicial (po): “Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación”. Norma, CE.010. (2010).

17.Módulo de Resiliencia o Módulo Resiliente (Mr): “Es una medida de la propiedad elástica del suelo, reconociéndole ciertas características no lineales. El módulo de resiliencia se puede usar directamente en el diseño de pavimentos flexibles, pero debe

convertirse a módulo de reacción de la sub-rasante (valor k), para el diseño de pavimentos rígidos o compuestos”. Norma, CE.010. (2010).

18. Módulo de Rotura (MR): “Es una medida de la resistencia a la tracción por flexión del concreto. Se determina mediante el ensayo ASTM C78 de la viga cargada en los tercios”. Norma, CE.010. (2010).

19. Nivel de Servicio PSI: “Es un parámetro que califica la serviciabilidad de una vía”. Norma, CE.010. (2010).

20. Número Estructural (SN): “Es un número adimensional abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento, requerida para un número de combinaciones de soporte del suelo (MR), ESALs, Δ PSI, y mi. El SN requerido puede ser convertido a espesores reales de carpeta de rodadura base y sub-base, por medio de coeficientes de capa apropiados que representan la resistencia relativa de los materiales de construcción”. Norma, CE.010. (2010).

21. Pavimento: “Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías”. Norma, CE.010. (2010).

22. Pavimentos Flexibles (Pavimentos Asfálticos): “Clasificación por comportamiento de los pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades (concreto asfáltico mezcla en caliente, concreto asfáltico mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micropavimento, etc.), compuesto por una o

más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares”. “El pavimento asfáltico de espesor total (full-depth®), es el nombre patentado por el Instituto del Asfalto, para referirse a los pavimentos de concreto asfáltico contruidos directamente sobre la sub-rasante”. Norma, CE.010. (2010).

23.Pavimentos Semi Flexibles (Intertrabados): “Pavimento cuya capa de rodadura estuvo tradicionalmente conformada por unidades de piedra, madera o arcilla cocida. En la actualidad se utilizan unidades de concreto colocadas sobre una capa de arena, rellenando los espacios entre ellas con arena, para proveerles de trabazón. De la misma manera que los pavimentos asfálticos tienen una base y además pueden tener una sub-base. Su comportamiento se puede considerar como semi-flexible”. Norma, CE.010. (2010).

24.Pavimentos Rígidos (De Concreto Hidráulico): “Clasificación por comportamiento de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc.)”. Norma, CE.010. (2010).

25.Pérdida de Serviciabilidad (Δ PSI): “Es el cambio en la serviciabilidad de una vía durante el período de diseño y se define como la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (po) y final (pt)”. Norma, CE.010. (2010).

26. Período de Diseño: “Es el tiempo, normalmente expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento”. Norma, CE.010. (2010).

27. Rasante: “Es el nivel superior del pavimento terminado. La Línea de Rasante se ubica en el eje de la vía”. Norma, CE.010. (2010).

28. Serviciabilidad: “Habilidad de un pavimento para servir a los tipos de solicitaciones (estáticas o dinámicas) para los que han sido diseñados”. Norma, CE.010. (2010).

29. Sub-Rasante: Es el nivel inferior del pavimento paralelo a la rasante. Norma, CE.010. (2010).

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

Si es factible realizar el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

2.5.2. Hipótesis específicos

a) Los resultados del estudio de mecánica de suelos influyen en el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

b) Los resultados del estudio de tráfico influyen en el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

c) Los resultados del dimensionamiento de los espesores influyen en el análisis técnico comparativo del nivel de diseño de la estructura de pavimentos en la zona urbana del distrito de El Tambo.

2.6. Variables

2.6.1. Definición conceptual de la variable

Se considera variable a aquella que presenta una característica, cualidad o propiedad sobre un fenómeno o hecho que tiende a variar y que puede ser medido y/o evaluado.

Y = Diseño estructural del pavimento.

X = Análisis técnico comparativo.

2.6.2. Definición operacional de la variable

Para la investigación se ha considerado las siguientes variables:

Tabla 4 – Variables de investigación.

Variable Independiente	Variable Dependiente
Análisis técnico comparativo	Diseño estructural del pavimento

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 5 – Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación	
Diseño estructural del pavimento	Dependiente	SN	Perfil estratigráfico	Metros	Laboratorio de mecánica de suelos
			Análisis granulométrico por tamizado	gramos	
			MTC E 107		
			Humedad Natural	%	
			MTC E 108		
			Límites de consistencia	adimensional	
MTC E 111 - 112					
Ensayo de Proctor Modificado			Kg/cm ²		
MTC E-115					
Ensayo de CBR			%		
MTC E-133					

Análisis técnico comparativo	Independiente	Estudio de volumen vehicular	Descripción de tipos de vehículos y las cantidades que circulan por la zona	unidades	En campo mediante conteo vehicular.
		Diseño de las capas del pavimento	Espesor de las capas fundamentales del pavimento	metros	En gabinete mediante procesamiento de datos
		Factores de diseño Carga vehicular Normas	Comparación de los diferentes pavimentos y sus viabilidades	soles	Normas

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Método general: Son nexos y regularidades obtenidas no sólo por vía experimental, sino también mediante el pensamiento abstracto. Conocimiento superior a la experiencia sensorial. Sintetiza los conocimientos anteriores. Puede adelantarse a los datos de la experiencia.

Para la investigación fue: Deductivo, inductivo, analítico, sintético y sistemático.

Método específico: El método específico utilizado para el diseño del pavimento rígido es AASHTO 93.

3.2. Tipo de Investigación

Por su finalidad de estudio, el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas, el objetivo general y objetivos específicos de la investigación fue de tipo: aplicada.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue descriptivo – explicativo. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en

explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

3.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó en el trabajo de investigación es no experimental. El diseño de Investigación no experimental, podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La aplicación del trabajo de investigación tuvo como población la red vial de la zona urbana distrito del El Tambo en la Provincia de Huancayo, departamento de Junín

3.5.2. Muestra

El tipo de muestra fue no aleatorio, conformado por la vía local que comprende la zona urbana del distrito de El Tambo: los jirones Los Lirios, Orquídeas, Gladiolos, 2 de Agosto, José Santo Chocano, Gardenias, Manuel Gonzales Prada, Malvinas, Alhelí, Jazmines, Las Camelias, Los Heraldos y Pasionarias

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, se describen los instrumentos y técnicas que se emplearon en la investigación.

Técnicas	Instrumentos	Usos
Análisis de documentos	Antecedentes similares al proyecto a investigar	Analizar e interpretar la información para comprender y explicar los resultados que se pudieran obtener
	Libros de pavimentación	
	Normativa MTC	
	Normativa AASHTO	
	Artículos científicos	
	Fichas técnicas	

Codificación de calicatas	Rotulado de cada espécimen	Obtener muestras codificadas para llevar un control exhaustivo y lograr la caracterización más precisa de la información
	Lista de control	
Codificación de vehículos	Lista de conteo vehicular	Obtener un conteo preciso y detallado de los vehículos
	Lista de control	
Medición geométrica	Cinta métrica	Conocer el perfil del terreno

3.7. Procesamiento de la información

A continuación, se presentan las técnicas empleadas en el procesamiento de la información recolectada en el desarrollo de la investigación.

Técnicas	Programas	Uso
Procesamiento de datos	Microsoft Excel	Permite elaborar cuadros comparativos, basado de datos, presentación de presupuestos.
	Microsoft Word	Para la presentación de avances y presentación final del proyecto.
	AutoCAD	Para la realización de planos.
	Google maps	Para obtener una ubicación exacta de las localidades y posición de cada calicata.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para la elaboración y procesamiento de los datos se emplearon programas como autocad, hojas Excel, Word y costos y presupuestos - S10, los que sirvieron para ordenar los datos obtenidos a fin de realizar las interpretaciones y estas se puede apreciar en los anexos respectivos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

4.1.1. Resultados del estudio de mecánica de suelos

a.- Investigaciones realizadas: El programa de investigación se realizó teniendo en consideración el tramo en estudio, para ello primeramente se realizó un reconocimiento total de todo el tramo del proyecto, ubicando las zonas más críticas de acuerdo al tipo de suelo que lo conforman.

Una vez realizado el reconocimiento total de cada tramo en estudio, se excavaron las calicatas, además se ubicaron las zonas más desfavorables a lo largo del tramo en estudio, se observaron cambios de tipo de suelo, de cada tramo en el cual se hicieron las calicatas.

Se realizaron las calicatas de exploración en cada tramo hasta una profundidad de 1.50m con la finalidad de evaluar los estratos que conforman el subsuelo y realizar un perfil stratigráfico a lo largo de todo el tramo en estudio, obteniéndose un total de 07 muestras de la subrasante.

Todas las muestras fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos, para ser analizadas con la finalidad de determinar principalmente las propiedades físicas, mecánicas de los suelos que las conforman y cuyos resultados detallados se adjuntan como anexo en la investigación.

Tabla 6 – Puntos de exploración – calicatas del Jr. Alhelí .

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	TRAMO
01	00+080	1.50	Av. Huancavelica - Crisantemos
02	00+182	1.50	Av. Huancavelica - Crisantemos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 – Puntos de exploración – calicatas del Jr. Alhelí.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	TRAMO
01	00+020	1.50	Jr. Atalaya – Jr. Ricardo Menéndez
02	00+070	1.50	Jr. Atalaya – Jr. Ricardo Menéndez

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 – Puntos de exploración – calicatas del Jr. José Santos Chocano.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	TRAMO
01	00+010	1.50	Jr. Alhelí – Jr.M. Prada Malunas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 – Puntos de exploración – calicatas del Jr. M. Prada Malunas.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	TRAMO
01	00+020	1.50	Jr. José Santos Chocano – Jr. Atalaya

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 – Puntos de exploración – calicatas del Psje. Pasionarias.

CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	TRAMO
01	00+018	1.50	Jr. Crisantenos – Jr. Amarilis

Fuente: Elaboración propia.

b.- Ensayos realizados: Con las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos:

b.1.- Clasificación del suelo (sucs – aastho): En las tablas siguientes se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos de ensayo realizado a las diferentes muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 11 – Clasificación del suelo del Jirón Alhelí – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO	TRAMO
01	00+080	contaminado		Av.
02	00+080	SM	A-4(0)	Huancavelica – Jr.
03	00+080	GP-GM	A-1-a(0)	Crisantenos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 – Clasificación del suelo del Jirón Alhelí – calicata 02.

MUESTRA	PROGRESIVA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO	TRAMO
01	00+182	contaminado		Av.
02	00+182	SC	A-2-4(0)	Huancavelica – Jr.
03	00+182	GP-GM	A-1-a(0)	Crisantenos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 – Clasificación del suelo del Jirón Alhelí – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO	TRAMO
01	00+020	contaminado		Jr. Atalaya –
02	00+020	SC	A-4(2)	Jr. Ricardo Menéndez
03	00+020	GP-GM	A-1-a(0)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 – Clasificación del suelo del Jirón Alhelí – calicata 02.

MUESTRA	PROGRESIVA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO	TRAMO
01	00+070	contaminado		Jr. Atalaya –
02	00+070	SC	A-2-4(0)	Jr. Ricardo Menéndez
03	00+070	GP-GM	A-1-a(0)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15 – Clasificación del suelo del Jirón José Santos Chocano – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO	TRAMO
01	00+010	contaminado		Jr. M. Prada Malunas – Jr. Alhelí.
02	00+010	SC	A-2-4(0)	
03	00+010	GP-GM	A-1-a(0)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 – Clasificación del suelo del Jirón M. Prada Malunas – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO	TRAMO
01	00+020	contaminado		Jr. José Santos Chocano – Jr. Atalaya.
02	00+020	SC	A-4(1)	
03	00+020	GP	A-1-a(0)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 – Clasificación del suelo del Psje. Pasionarias – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASTHO	TRAMO
01	00+018	contaminado		Jr. Amarilis –
02	00+018	SC	A-2-4(0)	Jr.
03	00+018	GP	A-1-a(0)	Crisantenos.

Fuente: Elaboración propia.

b.2.- Límites líquido y plástico: En las tablas siguientes se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos de ensayo realizado a las diferentes muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 18 – Límite líquido y plástico del Jirón Alhelí – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	LL %	LP %	TRAMO
01	00+080			Av.
02	00+080	29.40	6.90	Huancavelica – Jr.
03	00+080	25.50	3.90	Crisantenos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 – Límite líquido y plástico del Jirón Alhelí – calicata 02.

MUESTRA	PROGRESIVA	LL %	LP %	TRAMO
01	00+182			Av.
02	00+182	28.50	7.10	Huancavelica – Jr.
03	00+182	24.50	3.50	Crisantenos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 – Límite líquido y plástico del Jirón Alhelí – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	LL %	LP %	TRAMO
01	00+020			Jr. Atalaya –
02	00+020	27.00	7.10	Jr. Ricardo
03	00+020	24.50	3.40	Menéndez

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 – Limite líquido y plástico del Jirón Alhelí – calicata 02.

MUESTRA	PROGRESIVA	LL %	LP %	TRAMO
01	00+070			Jr. Atalaya –
02	00+070	27.90	7.50	Jr. Ricardo
03	00+070	22.00	2.90	Menéndez

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 – Limite líquido y plástico del Jirón José Santos Chocano – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	LL %	LP %	TRAMO
01	00+010			Jr. M. Prada
02	00+010	28.00	7.20	Malunas – Jr.
03	00+010	23.90	3.40	Alhelí.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23 – Limite líquido y plástico del Jirón M. Prada Malunas – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	LL %	LP %	TRAMO
01	00+020			Jr. José
02	00+020	26.80	6.80	Santos
03	00+020	24.00	3.40	Chocano – Jr. Atalaya.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24 – Limite líquido y plástico del Psje. Pasionarias – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	LL %	LP %	TRAMO
01	00+018			Jr. Amarilis –
02	00+018	27.00	6.90	Jr.
03	00+018	23.00	3.00	Crisantenos.

Fuente: Elaboración propia.

b.3.- California Bearing Ratio: En las tablas siguientes se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos de ensayo realizado a las diferentes muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 25 – CBR del Jirón Alhelí – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CBR %	TRAMO
01	00+080		Av.
02	00+080		Huancavelica – Jr.
03	00+080	50.00	Crisantenos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 – CBR del Jirón Alhelí – calicata 02.

MUESTRA	PROGRESIVA	CBR %	TRAMO
01	00+181		Av.
02	00+182		Huancavelica – Jr.
03	00+182	51.00	Crisantenos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27 – CBR del Jirón Alhelí – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CBR %	TRAMO
01	00+020		Jr. Atalaya –
02	00+020		Jr. Ricardo Menéndez.
03	00+020	51.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 – CBR del Jirón Alhelí – calicata 02.

MUESTRA	PROGRESIVA	CBR %	TRAMO
01	00+070		Jr. Atalaya –
02	00+070		Jr. Ricardo Menéndez.
03	00+070	53.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 – CBR del Jirón José Santos Chocano – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CBR %	TRAMO
01	00+010		Jr. M. Prada
02	00+010		Malunas – Jr.
03	00+010	53.00	Alhelí.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 – CBR del Jirón M. Prada Malunas – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CBR %	TRAMO
01	00+020		Jr. José Santos
02	00+020		Chocano – Jr. Atalaya.
03	00+020	53.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 – CBR del Psje. Pasionarias – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	CBR %	TRAMO
01	00+018		Jr. Amarilis – Jr.
02	00+018		Crisantenos.
03	00+018	50.00	

Fuente: Elaboración propia.

b.4.- Proctor modificado: En las tablas siguientes se presenta un cuadro de resumen de los resultados obtenidos de ensayo realizado a las diferentes muestras de las calicatas realizadas.

Tabla 32 – Proctor modificado del Jirón Alhelí – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	PROCTOR Gr/cm3	TRAMO
01	00+080		Av. Huancavelica – Jr. Crisantenos
02	00+080		
03	00+080	2.20	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33 – Proctor modificado del Jirón Alhelí – calicata 02.

MUESTRA	PROGRESIVA	PROCTOR Gr/cm ³	TRAMO
01	00+182		Av.
02	00+182		Huancavelica – Jr.
03	00+182	2.213	Crisantenos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34 – Proctor modificado del Jirón Alhelí – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	PROCTOR Gr/cm ³	TRAMO
01	00+020		Jr. Atalaya –
02	00+020		Jr. Ricardo Menéndez.
03	00+020	2.25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35 – Proctor modificado del Jirón Alhelí – calicata 02.

MUESTRA	PROGRESIVA	PROCTOR Gr/cm ³	TRAMO
01	00+070		Jr. Atalaya –
02	00+070		Jr. Ricardo Menéndez.
03	00+070	2.20	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36 – Proctor modificado del Jirón José Santos Chocano – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	PROCTOR Gr/cm ³	TRAMO
01	00+010		Jr. M. Prada
02	00+010		Malunas – Jr. Alhelí.
03	00+010	2.21	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37 – Proctor modificado del Jirón M. Prada Malunas – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	PROCTOR Gr/cm ³	TRAMO
01	00+020		Jr. José
02	00+020		Santos Chocano –
03	00+020	2.22	Jr. Atalaya.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38 – Proctor modificado del Psje. Pasionarias – calicata 01.

MUESTRA	PROGRESIVA	PROCTOR Gr/cm3	TRAMO
01	00+018		Jr. Amarilis –
02	00+018		Jr.
03	00+018	2.235	Crisantenos.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Resultados del estudio de tráfico

a.- Demanda vehicular para la zona de estudio: Debido a que es de suma importancia conocer la demanda vehicular de la zona de estudio con el fin de obtener la información relativa y precisa para planificar y diseñar la vía en proceso de estudio; se procedió a realizar un conteo vehicular semanal. El conteo se realizó durante una semana y se optó por realizar el conteo lo más preciso y relativo para obtener la data real de la zona de estudio.

a.1- Estación de Control EP-1 - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura): La Estación Principal de control EP-1: Jr. Alhelí (Agricultura), fue ubicada al final del tramo. El conteo volumétrico se efectuó durante 7 días consecutivos.

Figura 8- Estación de Control EP-1 - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).



Fuente: Elaboración propia.

a.2.- Estación de control EP-2 - Jr. Santos Chocano: La Estación Principal de control EP-2: Jr. Santos Chocano, fue ubicada al final del tramo. El conteo volumétrico se efectuó durante 7 días consecutivos.

Figura 9- Estación de control EP-2 - Jr. Santos Chocano.



Fuente: Elaboración propia.

a.3.- Estación de control EP-3 - Jr. Manual Gonzales Prada: La Estación Principal de control EP-3: Jr. Santos Chocano, fue ubicada al final del tramo. El conteo volumétrico se efectuó durante 7 días consecutivos.

Figura 10- Estación de control EP-3 - Jr. Manual Gonzales Prada.



Fuente: Elaboración propia.

a.4.- Estación de control EP-4 - Jr. Alhelí: La Estación Principal de control EP-4: Jr. Alhelí, fue ubicada al final del tramo. El conteo volumétrico se efectuó durante 7 días consecutivos.

Figura 11- Estación de control EP-4 - Jr. Alhelí.



Fuente: Elaboración propia.

a.5.- Estación de Control EP-5 - Jr. Pasionarias: La Estación Principal de control EP-5: Jr. Pasionarias, fue ubicada al final del tramo. El conteo volumétrico se efectuó durante 7 días consecutivos.

Figura 12- Estación de Control EP-5 - Jr. Pasionarias.



Fuente: Elaboración propia.

b.- Análisis de información y obtención de resultados: Luego de la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía, por día, tipo de vehículo, por sentido, y el consolidado de ambos sentidos.

Para el análisis de la composición de los vehículos, se clasificaron en vehículos ligeros (station, camionetas, combi) y vehículos pesados (camiones de 2 ejes, 3 ejes y otros).

En las tablas siguientes se presenta el resumen con los recuentos de tráfico y la clasificación diaria por sentido y el total en ambos sentidos. Los resultados están expresados en cifras absolutas y el total en ambos sentidos.

Tabla 39 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	86	78	91	65	85	60	51
Camioneta	21	12	15	13	10	8	4
Micro	2	2	4	6	8	7	3
Bus Grande 2E							
Camión 2E	1	2	1	2	2	1	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0
Articulado 3S3							
TOTAL	110	94	111	86	105	76	58

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. José Santos Chocano.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	352	425	357	465	502	221	279
Camioneta	14	7	12	14	9	20	32
Micro	4	8	5	7	6	2	1
Bus Grande 2E							
Camión 2E	4	4	5	2	3	3	3
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0
Articulado 3S3							
TOTAL	374	444	379	488	520	246	315

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. M. Gonzales Prada.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	62	75	56	48	52	87	40
Camioneta	4	5	2	6	8	1	3
Micro	1	8	0	1	2	0	0
Bus Grande 2E							
Camión 2E	3	2	3	2	2	2	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0
Articulado 3S3							
TOTAL	70	90	61	57	64	90	44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. Alhelí.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	465	525	389	458	357	227	317
Camioneta	62	45	85	42	65	58	53
Micro	36	25	43	40	57	63	52
Bus Grande 2E							
Camión 2E	12	14	15	17	18	13	16
Camión 3E	5	4	2	4	6	2	3
Articulado 3S3							
TOTAL	580	613	534	561	503	363	441

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43 – Resultados de los conteo de tráfico - Jr. Las Pasionarias.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	25	20	18	17	23	15	6
Camioneta	1	1	2	2	1	1	1
Micro	2	0	0	1	0	1	0
Bus Grande 2E							
Camión 2E	1	1	0	1	0	1	0
Camión 3E							
Articulado 3S3							
TOTAL	29	22	20	21	24	18	7

Fuente: Elaboración propia.

Las vías Jr. Alhelí (Jr. Agricultura), Jr. Santos Chocano, Jr. Gonzales Prada, Jr. Alhelí y el Jr. Pasionarias, son las que tienen representatividad y mayor cantidad de tráfico.

c.- Índice medio diario anual: Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la vía en estudio, así como su composición vehicular y variación diaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (IMD), se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMD = \frac{5 \cdot PL + S + D}{7} \cdot FC$$

Dónde:

PL: Promedio de volumen de tránsito de días laborables.

S: Volumen de tránsito del sábado.

D: Volumen de tránsito del domingo.

FC: Factor de Corrección Estacional.

Así mismo se ha observado el tráfico de vehículos pesados en un promedio de 30 a 31 vehículos en cada sentido, los mismos que transportan diversos materiales. El conteo de tráfico se realizó en las intersecciones del Jr. Alhelí (Jr. Agricultura), en el Jr. Santos Chocano, en el Jr. Gonzales Prada, en el Jr. Alhelí y en el Jr. pasionarias, la misma que es la concentración de vehículos diversos en las diferentes vías.

Tabla 44 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)	IMD para diseño
Automóvil	76	80.85	
Camioneta	12	12.77	
Micro	5	5.32	
Bus Grande 2E	0	0.00	0
Camión 2E	1	1.06	1
Camión 3E	0	0.00	0
Articulado 3S3	0	0.00	0
IMD	94	100.00	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. José Santos Chocano.

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)	IMD para diseño
Automóvil	385	94.13	
Camioneta	16	3.91	
Micro	5	1.22	
Bus Grande 2E	0	0.00	0

Camión 2E	3	0.73	3
Camión 3E	0	0.00	0
Articulado 3S3	0	0.00	0
IMD	409	100.00	3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. M. Gonzales Prada.

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)	IMD para diseño
Automóvil	62	88.57	
Camioneta	4	5.71	
Micro	2	2.86	
Bus Grande 2E	0	0.00	0
Camión 2E	2	2.86	2
Camión 3E	0	0.00	0
Articulado 3S3	0	0.00	0
IMD	70	100.00	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. Alhelí.

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)	IMD para diseño
Automóvil	405	76.13	
Camioneta	61	11.47	
Micro	47	8.83	
Bus Grande 2E	0	0.00	0
Camión 2E	15	2.82	15
Camión 3E	4	0.75	4
Articulado 3S3	0	0.00	0
IMD	532	100.00	19

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48 – Tráfico actual por tipo de vehículo - Jr. Las Pasionarias.

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)	IMD para diseño
Automóvil	18	85.71	
Camioneta	1	4.76	
Micro	1	4.76	
Bus Grande 2E	0	0.00	0
Camión 2E	1	4.76	1
Camión 3E	0	0.00	0
Articulado 3S3	0	0.00	0
IMD	21	100.00	1

Fuente: Elaboración propia.

d.- Proyecciones de tráfico: El dato necesario para obtener el tránsito de diseño, consiste en asumir tasas de crecimiento anual que relacionen factores de proyección de acuerdo a la vida útil del pavimento rígido, el cual generalmente oscila entre 20 y 40 años, siendo el recomendable de 20 años.

Tabla 49 – Proyección de tráfico - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	94.00	94.00	95.00	96.00	97.00	99.00	100.00	101.00	102.00	104.00	105.00
Automóvil	76.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00
Camioneta	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Micro	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00
Automóvil	0.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	9.00
Camioneta	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Micro	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Total	94.00	104.00	105.00	106.00	107.00	109.00	110.00	111.00	112.00	114.00	116.00
Automóvil	76.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	94.00
Camioneta	12.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Micro	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	94.00	104.00	105.00	106.00	107.00	109.00	110.00	111.00	112.00	114.00	116.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50 – Proyección de tráfico - Jr. José Santos Chocano.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	409.00	409.00	414.00	418.00	424.00	429.00	434.00	439.00	444.00	451.00	456.00
Automóvil	385.00	385.00	390.00	394.00	399.00	404.00	409.00	414.00	419.00	424.00	429.00
Camioneta	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00
Micro	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	42.00	42.00	42.00	43.00	43.00	44.00	44.00	45.00	45.00	46.00
Automóvil	0.00	39.00	39.00	39.00	40.00	40.00	41.00	41.00	42.00	42.00	43.00
Camioneta	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

Micro	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Total	409.00	451.00	456.00	460.00	467.00	472.00	478.00	483.00	489.00	496.00	502.00
Automóvil	385.00	424.00	429.00	433.00	439.00	444.00	450.00	455.00	461.00	466.00	472.00
Camioneta	16.00	18.00	18.00	18.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	20.00	20.00
Micro	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	409.00	451.00	456.00	460.00	467.00	472.00	478.00	483.00	489.00	496.00	502.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51 – Proyección de tráfico - Jr. M. Gonzales Prada.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	70.00	70.00	71.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	75.00	76.00	77.00
Automóvil	62.00	62.00	63.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	67.00	68.00	69.00
Camioneta	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Micro	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Automóvil	0.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Camioneta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Total	70.00	76.00	77.00	77.00	78.00	80.00	81.00	82.00	82.00	83.00	84.00
Automóvil	62.00	68.00	69.00	69.00	70.00	72.00	73.00	74.00	74.00	75.00	76.00
Camioneta	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Micro	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	70.00	76.00	77.00	77.00	78.00	80.00	81.00	82.00	82.00	83.00	84.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52 – Proyección de tráfico - Jr. Alhelí.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	532.00	532.00	539.00	544.00	552.00	559.00	566.00	573.00	578.00	587.00	594.00
Automóvil	405.00	405.00	410.00	415.00	420.00	425.00	430.00	435.00	440.00	446.00	451.00
Camioneta	61.00	61.00	62.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	66.00	67.00	68.00
Micro	47.00	47.00	48.00	48.00	49.00	49.00	50.00	51.00	51.00	52.00	52.00

Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00
Camión 3E	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	54.00	54.00	55.00	55.00	57.00	58.00	59.00	59.00	60.00	60.00
Automóvil	0.00	41.00	41.00	42.00	42.00	43.00	43.00	44.00	44.00	45.00	45.00
Camioneta	0.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Micro	0.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Total	532.00	586.00	593.00	599.00	607.00	616.00	624.00	632.00	637.00	647.00	654.00
Automóvil	405.00	446.00	451.00	457.00	462.00	468.00	473.00	479.00	484.00	491.00	496.00
Camioneta	61.00	67.00	68.00	68.00	69.00	70.00	72.00	73.00	73.00	74.00	75.00
Micro	47.00	52.00	53.00	53.00	54.00	54.00	55.00	56.00	56.00	57.00	57.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15.00		17.00	17.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	19.00	19.00
	4.00		4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	532.00	586.00	593.00	599.00	607.00	616.00	624.00	632.00	637.00	647.00	654.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53 – Proyección de tráfico - Jr. Las Pasionarias.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	21.00	21.00	21.00	21.00	22.00	22.00	22.00	22.00	23.00	23.00	23.00
Automóvil	18.00	18.00	18.00	18.00	19.00	19.00	19.00	19.00	20.00	20.00	20.00
Camioneta	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Micro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Automóvil	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Camioneta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulado 3S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Total	21.00	23.00	23.00	23.00	24.00	24.00	24.00	24.00	25.00	25.00	25.00
Automóvil	18.00	20.00	20.00	20.00	21.00	21.00	21.00	21.00	22.00	22.00	22.00
Camioneta	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Micro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	21.00	23.00	23.00	23.00	24.00	24.00	24.00	24.00	25.00	25.00	25.00

Fuente: Elaboración propia.

e.- Determinación de ejes equivalentes: Se ha determinado los ejes equivalentes de los vehículos pesados. El tráfico actual que circula en la vía en estudio fundamentalmente es ligero, compuesta principalmente por vehículos ligeros y de alto tonelaje por cada vía.

Tabla 54 – Proyección de tráfico - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).

PERIODO	FACTORES DE CARGA (PESAJE)	FACTORES DE CARGA (FACTORES DE CARGA DEL REGLAMENTO)
10 años	SIN INFORMACION	2.19E+04
20 años	SIN INFORMACION	5.11E+04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55 – Proyección de tráfico - Jr. José Santos Chocano.

PERIODO	FACTORES DE CARGA (PESAJE)	FACTORES DE CARGA (FACTORES DE CARGA DEL REGLAMENTO)
10 años	SIN INFORMACION	6.57E+04
20 años	SIN INFORMACION	1.53E+05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56 – Proyección de tráfico - Jr. M. Gonzales Prada.

PERIODO	FACTORES DE CARGA (PESAJE)	FACTORES DE CARGA (FACTORES DE CARGA DEL REGLAMENTO)
10 años	SIN INFORMACION	4.38E+04
20 años	SIN INFORMACION	1.02E+05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57 – Proyección de tráfico - Jr. Alhelí.

PERIODO	FACTORES DE CARGA (PESAJE)	FACTORES DE CARGA (FACTORES DE CARGA DEL REGLAMENTO)
10 años	SIN INFORMACION	3.92E+05
20 años	SIN INFORMACION	9.16E+05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58 – Proyección de tráfico - Jr. Las Pasionarias.

PERIODO	FACTORES DE CARGA (PESAJE)	FACTORES DE CARGA (FACTORES DE CARGA DEL REGLAMENTO)
10 años	SIN INFORMACION	2.19E+04
20 años	SIN INFORMACION	5.11E+04

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Resultados del dimensionamiento de los espesores de la estructura del pavimento:

1.- Método de diseño: El pavimento se diseñó empleando la metodología AASHTO para un periodo de diseño de 20 años.

2.- Factores de diseño: El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida en servicio.

La ecuación fundamental AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \log_{10} \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

3.- Variables de diseño: Las propiedades de la subrasante, características de los materiales, importancia del tránsito, factores de medio ambiente y otro tipo de variables son las que intervienen en el diseño, muchas veces, para caminos y calles de menor

importancia la información no está disponible o actualizada, por lo que es necesario recabarla.

Algunos valores de diseño están especificados y pueden variar con el tipo de carretera o nivel de tránsito. Para tránsito pesado se ha seleccionado valores más conservadores con resultado de espesores mayores. Por ejemplo, un valor de esfuerzo de diseño para la subrasante, puede resultar bajo para un tránsito pesado pero aceptable para un tráfico liviano.

4.- Criterios de diseño: En los procedimientos de diseño, la estructura de un pavimento es considerada como un sistema de capas múltiples y los materiales de cada una de las capas se caracterizan por su propio Modulo de Elasticidad.

La Evaluación de tránsito está dado por la repetición de una carga en un eje simple equivalente de 80kN (18000 lbs) aplicado pavimento en un conjunto de dos juegos de llantas dobles.

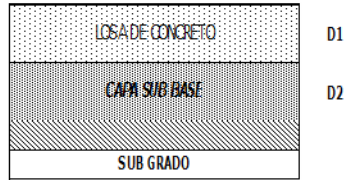
Este procedimiento puede ser usado para el diseño de pavimentos compuestos de varias combinaciones de superficies, bases y sub bases. La subrasante que es la capa más baja de la estructura del pavimento, se asume infinita en el sentido vertical y horizontal, las otras capas de espesor finito son asumidas finitas en la dirección horizontal. En la superficie de contacto entre las capas se asume que existe una completa continuidad o adherencia.

En la metodología que desarrolla este estudio, las cargas colocadas sobre la superficie de un pavimento producen dos esfuerzos que son críticos para los propósitos de diseño; un esfuerzo horizontal de tensión en la parte de debajo de la capa de superficie y el esfuerzo de compresión vertical actuando sobre la superficie de la subrasante.

Figura 14- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).

9. D = Espesor, en pulgadas, de la losa de concreto

Aunque es la incógnita a determinar, se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto; puede considerarse 6 in (0,15 m) como mínimo.



10. W18 = Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = w_{18} \left[\frac{(1+g)^n - 1}{g} \right]$$

W18 = 5.11E+04

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RIGIDO

A

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log_{10} \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

B

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO

W18	5.11E+04
Zr	-1.282
So	0.35
ΔPSI	2.00
S'c	542
Cd	0.90
Ec	3090641
k	220.00
J	2.70
Pt	2.50
D	3.29

IGUALDAD	
A =	4.709
B =	4.709

COLOCAR VALORES (D) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN

DIMENSIONES FINALES		
LOSA DE CONCRETO	D1 = 8.00 pulg	20.00 cm
CAPA SUB BASE	DSB = 8.00 pulg	20.00 cm
SUB GRADO		

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño del pavimento Jr. Santos Chocano (KM 0+000 al KM 0+0765): El diseño del pavimento rígido se ha efectuado por el Método AASHTO y los resultados se muestran a continuación:

Figura 15- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Santos Chocano.

1. Z_r = Desviación Estandar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO		
Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

$R = 90 \%$

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)

$Z_r = -1,282$

2. S_o = Desviación Normal del Error Estándar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo de deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (So)	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0,44 - 0,49	0,34 - 0,39

Se recomienda : 0,37 ó 0,38

$S_o = 0,35$

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicialidad Inicial, P_o y el índice de servicialidad terminal de diseño, P_t .

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
$PSI =$	Índice de Servicio Presente
$\Delta PSI =$	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
$P_o =$	Índice de servicio final (4,5 para pavimentos rígido y 4,2 para flexibles)
$P_t =$	Índice de servicio termina, para el cual Aashto maneja en su versión 1993 valores de 3,0, 2,5 y 2,0, recomendando 2,5 ó 3,0 para caminos principales y 2,0 para secundarios.

$P_o = 4,50$

$P_t = 2,50$

$\Delta PSI = P_o - P_t$

REEMPLAZANDO VALORES

$\Delta PSI = 2,00$

4. S'_c = Módulo de ruptura, en libras por pulgadas cuadradas (psi), para el concreto de cemento Portland.

$$S'_c = 8 \alpha 10 \sqrt{f'_c}$$

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f'_c = 2940 \text{ lb/pulg}^2$

$S'_c = 542 \text{ psi}$

5. J = Coeficiente de transferencia de carga

Dispositivo de transferencia	Asfalto		Concreto	
	Si	No	Si	No
Pavimentos con juntas simples y juntas reforzadas	3,2	3,8 - 4,4	2,5 - 3,4	3,6 - 4,2

$J = 2,70$

6. C_d = Coeficiente de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Bueno	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Regular	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Pobre	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Muy Pobre	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,70

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no drena

$C_d = 0,90$

7. E_c = Modulo de Elasticidad, en psi, del concreto de cemento Portland.

$$E_c = 57000 \sqrt{f'_c}$$

$f'_c = 2940 \text{ lb/pulg}^2$

$E_c = 3090641 \text{ psi}$

8. k = Módulo de reacción del subgrado

Se considera la ejecución de una sub base, para lo cual se hará empleara una ecuación de equivalencia entre CBR y el K para diseño

Si $CBR < 10\%$
 $K_{sr} = 2,55 + 52,5 * \text{Log CBR}$

$K_{sr} = 142,60 \text{ Mpa}$
Sub rasante **CBR (%) 53,00**
Sub base **CBR (%) 52,00**
 $K_{sb} = 140,60 \text{ Mpa}$

Si $CBR > 10\%$
 $K_{sr} = 46 + 9,08 * (\text{Log CBR})^{4,34}$

Se empleará una capa granular intermedia como sub base, el cual incrementará el valor K a través de un valor combinado

$K_{combinado} = (1 + (h/38)^2 * (K_{sb}/K_{sr})^{(2/3)})^{0,5} * K_{sr}$

$K_{combinado} = 160,98 \text{ Mpa}$ **23,341.66 lb/pulg²**
23,341.66 pci

$K_{sr} = K$ de la subrasante (Mpa/m) 142,60
 $K_{sb} = K$ de la sub base (Mpa/m) 140,60
 $h =$ espesor de la capa de sub base en cm 20
Pulgadas 8,00

CBR (%) 1041,49

CBR combinado

Resultado: (de abaco relación k y CBR)
 $k = 220 \text{ pci}$

TABLA 2.7 Rangos típicos de los factores de pérdida de soporte (LS) para diferentes tipos de materiales

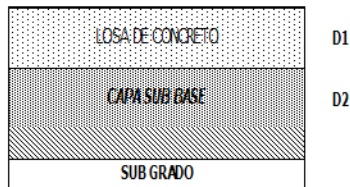
Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1 000 000 a 2 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40 000 a 300 000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15 000 a 45 000)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3 000 a 40 000)	2,0 a 3,0

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 16- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Santos Chocano.

9. D = Espesor, en pulgadas, de la losa de concreto

Aunque es la incógnita a determinar, se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto; puede considerarse 6 in (0,15 m) como mínimo.



10. W18 = Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = W_{18} \left[\frac{(1+g)^n - 1}{g} \right]$$

$$W_{18} = 1.53E+05$$

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RIGIDO

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32p_i) \log_{10} \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

A **B**

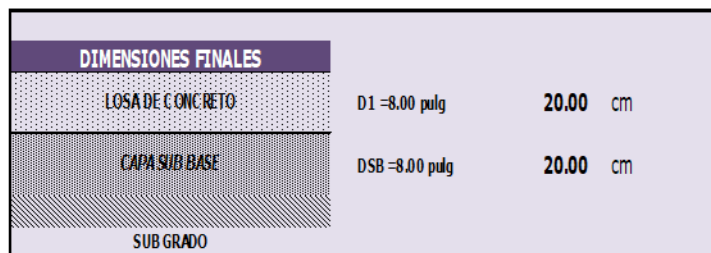
USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO

W18	1.53E+05
Zr	-1.282
So	0.35
ΔPSI	2.00
S'c	542
Cd	0.90
Ec	3090641
k	220.00
J	2.70
Pt	2.50
D	4.53

IGUALDAD

A =	5.186
B =	5.186

COLOCAR VALORES (D) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

Diseño del pavimento Jr. Gonzales Prada (KM 0+000 al KM 0+0516): El diseño del pavimento rígido se ha efectuado por el Método AASHTO y los resultados se muestran a continuación:

Figura 17- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Gonzales Prada.

1. Zr = Desviación Estándar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y Vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

R = 90 %

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (ZR)

Zr = -1.282

2. So = Desviación Normal del Error Estándar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (So)

PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

Se recomienda : 0.37 ó 0.38

So = 0.35

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial, Po y el índice de serviciabilidad terminal de diseño, Pt.

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

PSI =	Índice de Servicio Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
Po =	Índice de servicio final (4.5 para pavimentos rígido y 4.2 para flexibles)
Pt =	Índice de servicio termina, para el cual Aashto maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Po = 4.50

Pt = 2.50

ΔPSI = Po - Pt

REEMPLAZANDO VALORES

ΔPSI = 2.00

4. S'c = Módulo de ruptura, en libras por pulgadas cuadradas (psi), para el concreto de cemento Portland.

$S'c = 8a10 \sqrt{f'c}$

f'c = 210 kg/cm²
2940 lb/pulg²

S'c = 542 psi

5. J = Coeficiente de transferencia de carga

Hombros	Asfalto		Concreto		
	Dispositivo de transferencia	Si	No	Si	No
Pavimentos con juntas simples y juntas reforzadas		3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.4	3.6 - 4.2

J = 2.70

6. Cd = Coeficiente de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no dreña

Cd = 0.90

7. Ec = Modulo de Elasticidad, en psi, del concreto de cemento Portland.

$Ec = 57000 \sqrt{f'c}$

f'c = 2940 lb/pulg²

Ec = 3090641 psi

8. k = Módulo de reacción del subgrado

Se considera la ejecución de una sub base, para lo cual se hará empleara una ecuación de equivalencia entre CBR y el K para diseño

Si CBR < 10%

$Ksr = 2.55 + 52.5 \cdot \text{Log CBR}$

Ksr = 142.60 Mpa

Sub rasante **CBR (%) 53.00**

Sub base **CBR (%) 52.00**

Ksb = 140.60 Mpa

Si CBR > 10%

$Ksr = 46 + 9.08 \cdot (\text{Log CBR})^{4.34}$

Se empleará una capa granular intermedia como sub base, el cual incrementará el valor K a través de un valor combinado

$K_{combinado} = (1 + (h/38)^2 \cdot (Ksb/Ksr)^{2/3})^{0.5} \cdot Ksr$

Kcombinado 160.98 Mpa

23,341.66 lb/pulg²

Donde:

Ksr = K de la subrasante (Mpa/m) 142.60

Ksb = K de la sub base (Mpa/m) 140.60

h = espesor de la capa de sub base en cm 20

Pulgadas 8.00

CBR (%) 1041.49

CBR combinado

Resultado: (de abaco relación k y CBR)

k = 220 pci

TABLA 2.7 Rangos típicos de los factores de pérdida de soporte (LS) para diferentes tipos de materiales

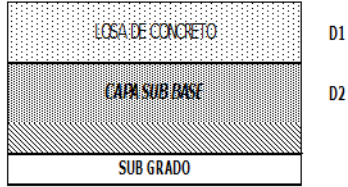
Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1 000 000 a 2 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40 000 a 300 000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15 000 a 45 000)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3 000 a 40 000)	2,0 a 3,0

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 18- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Gonzales Prada.

9. D = Espesor, en pulgadas, de la losa de concreto

Aunque es la incógnita a determinar, se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto; puede considerarse 6 in (0,15 m) como mínimo.



10. W18 = Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = w_{18} \left[\frac{(1+g)^f - 1}{g} \right]$$

$$W_{18} = 1.02E+05$$

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

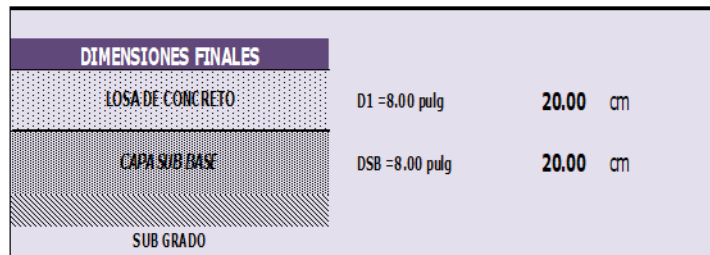
ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RIGIDO	
$A = \log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_f) \log_{10} \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$	$B = \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$
A	B

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO

W18	1.02E+05
Zr	-1.282
So	0.35
ΔPSI	2.00
S'c	542
Cd	0.90
Ec	3090641
k	220.00
J	2.70
Pt	2.50
D	4.11

IGUALDAD	
A =	5.010
B =	5.010

COLOCAR VALORES (D) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

Diseño del pavimento Jr. Alhelí (KM 0+000 al KM 0+1956): El diseño del pavimento rígido se ha efectuado por el Método AASHTO y los resultados se muestran a continuación:

Figura 19- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Alhelí.

1. Z_r = Desviación Estandar Normal

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

R = 90 %

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_r)

Z_r = -1,282

2. S_o = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parametros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (S _o)	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0,44 - 0,49	0,34 - 0,39

Se recomienda : 0,37 ó 0,38

S_o = 0,35

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial, P_o y el índice de serviciabilidad terminal de diseño, P_t

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el metodo con la siguiente ecuación:

PSI =	Índice de Servicio Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
P _o =	Índice de servicio final (4,5 para pavimentos rígido y 4,2 para flexibles)
P _t =	Índice de servicio terminal, para el cual Aashto maneja en su vision 1993 valores de 3,0, 2,5 y 2,0, recomendando 2,5 ó 3,0 para caminos principales y 2,0 para secundarios.

P_o = 4,50
P_t = 2,50

ΔPSI = P_o - P_t

REEMPLAZANDO VALORES

ΔPSI = 2,00

4. S'_c = Módulo de ruptura, en libras por pulgadas cuadradas (psi), para el concreto de cemento Portland.

$$S'_c = 8a10 \sqrt{f'_c}$$

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f'_c = 2940 \text{ lb/pulg}^2$

S'_c = 542 psi

5. J = Coeficiente de transferencia de carga

Hombros	Asfalto		Concreto		
	Dispositivo de transferencia	Si	No	Si	No
Pavimentos con juntas simples y juntas reforzadas		3,2	3,8 - 4,4	2,5 - 3,4	3,6 - 4,2

J = 2,70

6. C_d = Coeficiente de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Bueno	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Regular	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Pobre	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Muy Pobre	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,70

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no dreña

C_d = 0,90

7. E_c = Modulo de Elasticidad, en psi del concreto de cemento Portland.

$$E_c = 57000 \sqrt{f'_c}$$

$f'_c = 2940 \text{ lb/pulg}^2$

E_c = 3090641 psi

8. k = Módulo de reacción del subgrado

Se considera la ejecución de una sub base, para lo cual se hará empleara una ecuación de equivalencia entre CBR y el K para diseño

Si CBR < 10%

$$K_{sr} = 2,55 + 52,5 \cdot \text{Log CBR}$$

Si CBR > 10%

$$K_{sr} = 46 + 9,08 \cdot (\text{Log CBR})^{4,34}$$

Sub rasante **K_{sr} = 136,59 Mpa**
Sub base **K_{sb} = 140,60 Mpa**

Se empleará una capa granular intermedia como sub base, el cual incrementará el valor K a través de un valor combinado

$$K_{combinado} = (1 + (h/38)^2 \cdot (K_{sb}/K_{sr})^{(2/3)})^{0,5} \cdot K_{sr}$$

Donde:
K_{sr} = K de la subrasante (Mpa/m) 136,59
K_{sb} = K de la sub base (Mpa/m) 140,60
h = espesor de la capa de sub base en cm 20
Pulgadas 8,00

K_{combinado} = 154,68 Mpa **22,428.78 lb/pulg²**
22,428.78 pci

CBR (%) 790,20
CBR combinado

Resultado: (de abaco relación k y CBR)
k = 220 pci

TABLA 2.7 Rangos típicos de los factores de pérdida de soporte (LS) para diferentes tipos de materiales

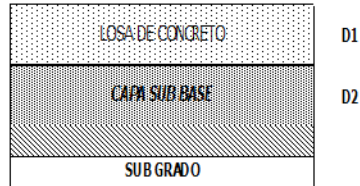
Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1 000 000 a 2 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 300 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40 000 a 300 000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no liados (E = 13 000 a 43 000)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o suelos de grano fino (E = 3 000 a 40 000)	2,0 a 3,0

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 20- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Alhelí.

9. D = Espesor, en pulgadas, de la losa de concreto

Aunque es la incógnita a determinar, se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto; puede considerarse 6 in (0,15 m) como mínimo.



10. W18 = Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = w_{18} \left[\frac{(1+g)^J - 1}{g} \right]$$

W18 = 9.16E+05

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RIGIDO

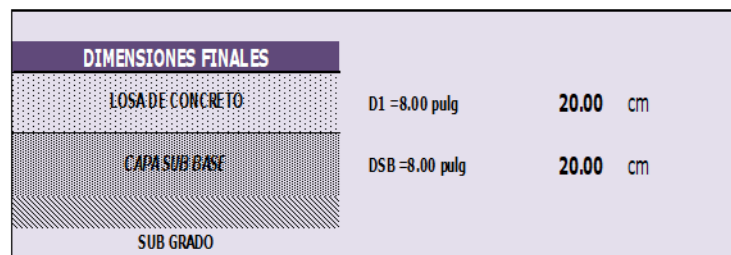
$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right]}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_f) \log_{10} \left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{Ec}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

A **B**

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	9.16E+05
Zr	-1.282
So	0.35
ΔPSI	2.00
S'c	542
Cd	0.90
Ec	3090641
k	220.00
J	2.70
Pt	2.50
D	6.46

IGUALDAD	
A =	5.962
B =	5.962

COLOCAR VALORES (D)
PARA HALLAR UNA
APROXIMACIÓN DE
IGUALDAD DE LA
ECUACIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

Diseño del pavimento Jr. Pasionarias (KM 0+000 al KM 0+0376):

El diseño del pavimento rígido se ha efectuado por el Método AASHTO y los resultados se muestran a continuación:

Figura 21- Factores para hallar el espesor del pavimento - Jr. Pasionarias.

1. Zr = Desviación Estandar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO		
Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

R = 90 %

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (ZR)

Zr = -1.282

2. So = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (So)	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

Se recomienda : 0.37 ó 0.38

So = 0.35

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial, Po y el índice de serviciabilidad terminal de diseño, Pt.

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Servicio Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
Po =	Índice de servicio final (4.5 para pavimentos rígido y 4.2 para flexibles)
Pt =	Índice de servicio termina, para el cual Aashto maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Po = 4.50

Pt = 2.50

ΔPSI = Po - Pt

REEMPLAZANDO VALORES

ΔPSI = 2.00

4. S'c = Módulo de ruptura, en libras por pulgadas cuadradas (psi), para el concreto de cemento Portland.

$S'c = 8 \alpha 10 \sqrt{f'c}$

f'c = 210 kg/cm2
f'c = 2940 lb/pulg2

S'c = 542 psi

5. J = Coeficiente de transferencia de carga

Hombros	Asfalto		Concreto	
	SI	No	SI	No
Dispositivo de transferencia				
Pavimentos con juntas simples y juntas reforzadas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.4	3.6 - 4.2

J = 2.70

6. Cd = Coeficiente de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.20 - 1.25	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.05	1.05
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.05	1.05 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no drena

Cd = 0.90

7. Ec = Modulo de Elasticidad, en psi, del concreto de cemento Portland.

$Ec = 57000 \sqrt{f'c}$

f'c = 2940 lb/pulg2

Ec = 3090641 psi

8. k = Módulo de reacción del subgrado

Se considera la ejecución de una sub base, para lo cual se hará empleara una ecuación de equivalencia entre CBR y el K para diseño

Si CBR < 10%

$Ksr = 2.55 + 52.5 \cdot \text{Log CBR}$

Sub rasante **CBR (%) 50.00**
Ksr = 136.59 Mpa

Si CBR > 10%

$Ksr = 46 + 9.08 \cdot (\text{Log CBR})^{4.34}$

Sub base **CBR (%) 52.00**
Ksb = 140.60 Mpa

Se empleará una capa granular intermedia como sub base, el cual incrementará el valor K a través de un valor combinado

$K_{combinado} = (1 + (h/38)^2 \cdot (Ksb/Ksr)^{(2/3)})^{0.5} \cdot Ksr$

Kcombinado 154.68 Mpa 22,428.78 lb/pulg2
22,428.78 pci

Donde: Ksr = K de la subrasante (Mpa/m) 136.59

Ksb = K de la sub base (Mpa/m) 140.60

h = espesor de la capa de sub base en cm 20

Pulgadas 8.00

CBR (%) 790.20
CBR combinado

Resultado: (de abaco relación k y CBR)

k = 220 pci

TABLA 2.7 Rangos típicos de los factores de pérdida de soporte (LS) para diferentes tipos de materiales

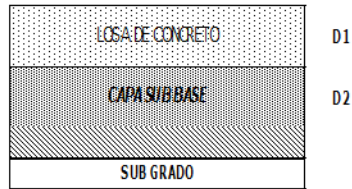
Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1 000 000 a 2 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40 000 a 300 000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15 000 a 45 000)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3 000 a 40 000)	2,0 a 3,0

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 22- Calculo del espesor del pavimento - Jr. Pasionarias.

9. D = Espesor, en pulgadas, de la losa de concreto

Aunque es la incógnita a determinar, se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto; puede considerarse 6 in (0,15 m) como mínimo.



10. W18 = Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = w_{18} \left[\frac{(1+g)^t - 1}{g} \right]$$

W18 = 5.11E+04

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RIGIDO

A

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right]}{1 + \frac{162.4 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

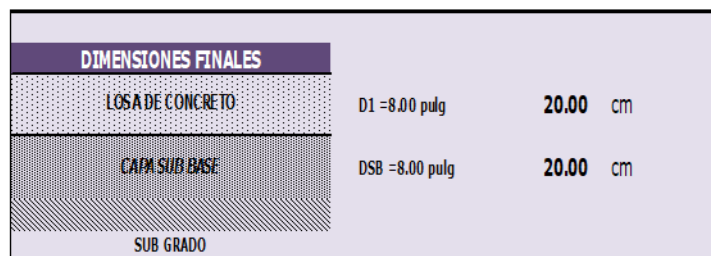
B

$$\left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	5.11E+04
Zr	-1.282
So	0.35
ΔPSI	2.00
S'c	542
Cd	0.90
Ec	3090641
k	220.00
J	2.70
Pt	2.50
D	3.29

IGUALDAD	
A =	4.709
B =	4.709

COLOCAR VALORES (D) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

1.- Del estudio de mecánica de suelo: En concordancia con los trabajos de campo y la inspección realizada, se tiene lo siguiente:

Calicata N° 01: Jr. Alhelí (Jr. Agricultura): La calicata tuvo una profundidad de estrato de 0.50 – 1.00 m., Está conformado por arenas gravas, gravillas. Suelo mediana plasticidad, mediana humedad, mediana compacidad y suelo en estado regular por contener piedras aisladas. De acuerdo a la estructura del suelo existente se puede apreciar que es un buen terreno para obras de pavimentación, con una clasificación de suelo SUCS “GP-GM” y AASHTO “A-1- a (0)”.

Calicata N° 02: Jr. Santos Chocano: La calicata tuvo una profundidad de estrato de 0.50 – 1.00 m., Está conformado por arenas gravas, gravillas. Suelo mediana plasticidad, mediana humedad, mediana compacidad y suelo en estado regular por contener piedras aisladas. De acuerdo a la estructura del suelo existente se puede apreciar que es un buen terreno para obras de pavimentación, con una clasificación de suelo SUCS “GP-GM” y AASHTO “A-1- a (0)”.

Calicata N° 03: Jr. Gonzales Prada: La calicata tuvo una profundidad de estrato de 0.50 – 0.90 m., Está conformado por arenas gravas, gravillas. Suelo mediana plasticidad, mediana humedad, mediana compacidad y suelo en estado regular por contener piedras aisladas. De acuerdo a la estructura del suelo existente se puede apreciar que es un buen terreno para obras de pavimentación, con una clasificación de suelo SUCS “GP-GM” y AASHTO “A-1- a (0)”.

Calicata N° 04: Jr. Alhelí: La calicata tuvo una profundidad de estrato de 0.50 – 0.90 m., Está conformado por arenas gravas, gravillas. Suelo mediana plasticidad, mediana humedad, mediana compacidad y

suelo en estado regular por contener piedras aisladas. De acuerdo a la estructura del suelo existente se puede apreciar que es un buen terreno para obras de pavimentación, con una clasificación de suelo SUCS “GP-GM” y AASHTO “A-1- a (0)”.

Calicata N° 05: Jr. Pasionarias: La calicata tuvo una profundidad de profundidad de estrato de 0.50 – 0.90 m., Está conformado por arenas gravas, gravillas. Suelo mediana plasticidad, mediana humedad, mediana compacidad y suelo en estado regular por contener piedras aisladas. De acuerdo a la estructura del suelo existente se puede apreciar que es un buen terreno para obras de pavimentación, con una clasificación de suelo SUCS “GP-GM” y AASHTO “A-1- a (0)”.

De acuerdo a la clasificación de suelos, de las diferentes calicatas o muestras obtenidas se puede apreciar que existe una relativa uniformidad del tipo de suelo existente a lo largo de todas las vías.

Valores del C.B.R. del Jr. Alheli (Jr. agricultura): Al 100% (94.00%) y al 95% (51.00%).

Valores del C.B.R. del Jr. Santos Chocano: Al 100% (86.00%) y al 95% (53.00%).

Valores del C.B.R. del Jr. Gonzales Prada: Al 100% (82.00%) y al 95% (53.00%).

Valores del C.B.R. del Jr. Alheli: Al 100% (93.00%) y al 95% (50.00%).

Valores del C.B.R. del Jr. Pasionarias: Al 100% (79.00%) y al 95% (50.00%).

2.- Del estudio de trafico: Con el propósito de contar con información primaria y además actualizar, verificar y complementar la información secundaria disponible, se efectuó los conteos de tráfico. Se identificaron las estaciones de conteo:

✓ Estación de Control EP-1: Jr. Alhelí (Jr. Agricultura).

- ✓ Estación de control EP-2: Jr. Santos Chocano.
- ✓ Estación de control EP-2: Jr. Manual Gonzales Prada.
- ✓ Estación de control EP-3: Jr. Alhelí.
- ✓ Estación de Control EP-4: Jr. Pasionarias.

Las vías Jr. Alhelí (Jr. Agricultura), Jr. Santos Chocano, Jr. Gonzales Prada, Jr. Alhelí y el Jr. Pasionarias, son las que tienen representatividad y mayor cantidad de tráfico.

Del conteo vehicular en cada estación se obtuvo las siguientes cantidades de vehículos:

- ✓ Jr. Alhelí (Jr. Agricultura) – 640 veh/sem.
- ✓ Jr. Santos Chocano – 2766 veh/sem.
- ✓ Jr. Gonzales Prada – 476 veh/sem.
- ✓ Jr. Alhelí – 3545 veh/sem.
- ✓ Jr. Pasionarias – 141 veh/sem.

La metodología para la proyección del tráfico de vehículos, se basa en la tasa de población y crecimiento de la actividad económica, sin embargo, para fines de diseño se consideró la recomendación del Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de bajo volumen de tránsito, según el MTC – Año 2008. El volumen de tráfico de cada una de las vías se determinó para un periodo de diseño de 20 años.

El máximo IMDA determinado del estudio de tráfico de las vías, son las siguientes:

- ✓ Jr. Alhelí (Jr. Agricultura) – 94.
- ✓ Jr. Santos Chocano – 409.
- ✓ Jr. Gonzales Prada – 70.
- ✓ Jr. Alhelí – 532.
- ✓ Jr. Pasionarias – 21.

Se ha determinado los ejes equivalentes de los vehículos pesados. El tráfico actual que circula en la vía en estudio fundamentalmente es ligero, compuesta principalmente por vehículos ligeros y de alto tonelaje por cada vía, como se muestra a continuación:

- ✓ Jr. Alhelí (Jr. Agricultura) – 5.11E+04.
- ✓ Jr. Santos Chocano – 1.53E+05.
- ✓ Jr. Gonzales Prada – 1.02E+05.
- ✓ Jr. Alhelí – 9.16E+05.
- ✓ Jr. Pasionarias – 5.11E+04.

3.- Del dimensionamiento de la estructura del pavimento: La metodología de diseño del pavimento rígido adoptado fue elaborada con normas de DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO MÉTODO AASHTO 1993. En el que se muestra los datos insertados con los respectivos resultados, usando una metodología igual a las descritas en el capítulo anterior.

El resultado del dimensionamiento de la estructura del pavimento es la siguiente para todos los jirones en estudio:

- ✓ Espesor de losa de concreto hidráulico : 0.20 m.
- ✓ Espesor de Sub base : 0.20 m.
- ✓ Espaciamiento de juntas de contracción : 4.00 m.
- ✓ Diámetro de Dowells : 1 y 1/2 pulgada.

CONCLUSIONES

- A. Para el estudio de mecánica de suelos se realizaron calicatas 05 calicatas con una profundidad de estrato de 0.50 – 1.00 m., la cuales estuvo conformado por arenas, gravas, gravillas, de mediana plasticidad, mediana humedad y mediana compacidad. Dentro de la clasificación de suelo se tuvo SUCS “GP-GM” y AASHTO “A-1- a (0)”, para los valores de CBR en la calicata 01 se tiene al 100% (94.00%) y al 95% (51.00%), la calicata 02 al 100% (86.00%) y al 95% (53.00%), la calicata 03 al 100% (82.00%) y al 95% (53.00%), la calicata 04 al 100% (93.00%) y al 95% (50.00%) y la calicata 05 al 100% (79.00%) y al 95% (50.00%).
- B. En el estudio de tráfico se identificaron las estaciones de conteo siguientes: Estación de Control EP-1: Jr. Alhelí (Jr. Agricultura), Estación de control EP-2: Jr. Santos Chocano, Estación de control EP-2: Jr. Manuel Gonzales Prada, Estación de control EP-3: Jr. Alhelí, Estación de Control EP-4: Jr. Pasionarias, obteniéndose las siguientes cantidades de vehículos: Jr. Alhelí (Jr. Agricultura) – 640 veh/sem, Jr. Santos Chocano – 2766 veh/sem, Jr. Gonzales Prada – 476 veh/sem, Jr. Alhelí – 3545 veh/sem, Jr. Pasionarias – 141 veh/sem, se logró determinar el IMDA estudio de tráfico de las vías, y son las siguientes: Jr. Alhelí (Jr. Agricultura) – 94, Jr. Santos Chocano – 409, Jr. Gonzales Prada – 70, Jr. Alhelí – 532, Jr. Pasionarias – 21, finalmente se calculó los los ejes equivalentes de los vehículos pesados., como se indica a continuación: Jr. Alhelí (Jr. Agricultura) – $5.11E+04$, Jr. Santos Chocano – $1.53E+05$, Jr. Gonzales Prada – $1.02E+05$, Jr. Alhelí – $9.16E+05$, Jr. Pasionarias – $5.11E+04$.
- C. La metodología de diseño del pavimento rígido adoptado fue elaborada con normas de diseño de pavimentos de concreto método AASHTO 1993. El resultado del dimensionamiento de la estructura del pavimento es la siguiente para todos los jirones en estudio: espesor de losa de concreto hidráulico (0.20 m), espesor de sub base (0.20m), espaciamiento de juntas de contracción (4.00 m) y diámetro de dowells (1 1/2 pulgada).

RECOMENDACIONES

1. Para lograr obtener resultados más próximos del diseño estructural del pavimento rígido, se recomienda estimar el estudio de tráfico en periodos más prolongados y así de esta forma se pueda garantizar que la estructura del pavimento diseñado pueda satisfacer el periodo de diseño que es de 20 años y que su comportamiento proyectado ante las sollicitaciones de orden externo se cumpla de manera satisfactoria.
2. En referencia a los métodos de diseño, a los materiales a utilizar y a los componentes de la estructura del pavimento, se recomienda llevar a cabo estudios directos como el contenido de humedad, la granulometría, el proctor y CBR, y así poder determinar el comportamiento y las características del terreno donde se fundará el pavimento rígido.
3. Durante el desarrollo de la tesis se pudo corroborar la gran cantidad de variables que presenta la metodología de diseño ASSHTO 93, por lo que se recomienda llevar a cabo la sensibilidad de dichas variables, y así poder determinar quiénes son más influyentes.
4. En el desarrollo de la tesis se consideró el diseño del pavimento común, cabe señalar que existen otros tipos tecnología de diseño de pavimentos rígidos, por lo que, se recomienda realizar diseños con otras opciones tecnológicas y comparar los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tesis: 2011. Yonel Henry Pecho “Pavimentación Y Construcción De Veredas De La Zona Industrial – AA-HH Villa Hermosa Y De La Asociación De Vivienda La Esmeralda Del Distrito De Marcona-Provincia De Nazca”: Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica Facultad De Ingeniería Civil; Ica – Perú.
2. Tesis: 2014. Kimiko Katherine Harumi Rengifo Arakaki: “Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)”; Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad De Ciencias e Ingeniería. Lima-Peru
3. Tesis: 2013. Elvis Yonny Reyes Trigos: “Diseño del Pavimento Rígido en las Vías Urbanas en el Jr. Arzobispo del Valle Cuadras. 8,9 y Jr. Tarapacá Cuadras. 13 y 14, del Provincia de Jauja”; Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería. Huancayo – Peru.
4. Tesis: 2013. Freddy Antonio Luis Aguilar: “Construcción De Pavimento Rígido En Los Jirones Alfonso Ugarte Y Bolognesi En El Barrio Conchapata – Provincia De Huamanga – Región Ayacucho”; Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería. Huancayo – Peru.
5. Ministerio de Economía y Finanzas. “Guía Simplificada para la identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a nivel de Perfil”. (2011). Lima-Perú
6. John Jairo Agudelo Ospina. “Diseño Geométrico de Vías”. (2002). Medellín-Colombia: 1era Edición
7. German Vivar Romero. “Pavimentos” (1980). 1° edición, Centro de Desarrollo Profesional en Ingeniería, Concejo Departamental del CIP, Universidad Peruana Los Andes Huancayo-Perú. Editorial: 1 era Edición.
8. José Rafael Menéndez Acurio. “Ingeniería de Pavimentos”. (2009).Lima- Perú: Editorial ICG. 1ra Edición
9. Ministerio de Economía y Finanzas. “Pautas Metodológicas Para El Desarrollo De Alternativas De Pavimentos En La Formulación Y Evaluación Social

- De Proyectos De Inversión Pública De Carreteras”. (2015): JMD. 1era Edición.
10. Reglamento Nacional de Edificaciones “C.E.010 – Aceras y Pavimentos” (2010) Lima – Perú
 11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. “Manual de Carreteras: Sección De Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos” (2014)
 12. Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano “Pavimentos, Materiales, construcción y diseño” (2015) Lima PERU, 1° Edición. Editorial Macro EIRL
 13. Paul Garnica Anguas, José Antonio Gómez López, Jesús Armando Sesma Martínez “Mecánica de Materiales para Pavimentos” (2002) MEXICO.
 14. Mario Becerra Salas. “Tópicos de Pavimentos de Concreto Diseño, Construcción y Supervisión” (2012). Lima- Perú
 15. Oscar V. Cordo (2006) “Diseño de Pavimentos Método AASHTO 93” La Paz – Bolivia
 16. Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano “Pavimentos, Materiales, Construcción Y Diseño” (2015) Lima PERU, 1° Edición. Editorial Macro EIRL
 17. Ángel Gómez Ramos. “Pavimentos” (2009). Editorial ICG. 3era. Edición, Lima - Perú.
 18. ANDER, Ezequiel. “Introducción a la Investigación Pedagógica” (2000). Editorial Interamericana, México.
 19. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras” EG-2000 (Segunda edic.) Lima: Perú
 20. Alfonso Montejó Fonseca (2006) “Ingeniería De Pavimentos” Editorial Stella Valbuena García. 3era edición, Bogotá: Colombia

ANEXOS

ANEXO 01 – Matriz de Consistencia.

ANEXO 02 – Estudio de Mecánica de Suelos.

ANEXO 03 – Estudio de Trafico.

ANEXO 04 – Planos.