



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Llerena Malca, Mario Javier ([ORCID: 0000-0001-6875-1175](https://orcid.org/0000-0001-6875-1175))

ASESORA:

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia ([ORCID: 0000-0003-2497-294X](https://orcid.org/0000-0003-2497-294X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria:

Este trabajo se lo dedico a Dios,
a mi familia que siempre me ha
brindado su apoyo incondicional
y también a todas las personas
que me apoyaron para lograrlo.

Agradecimiento:

A Dios porque siempre me ha acompañado en cada paso que doy, cuidándome y dándome fuerzas para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento. A mis profesores de la Universidad César Vallejo; quienes con sus enseñanzas me ayudaron a titularme como ingeniero civil.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. Introducción	1
II. Marco teórico.....	4
III. Metodología.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	20
IV. Resultados	21
V. Discusión.....	43
VI. Conclusiones	46
VII. Recomendaciones	48
Referencias	49
Anexos.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Niveles de Servicio.....	12
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
Tabla 3. Escala del coeficiente Kappa.....	18
Tabla 4. Resultados del estudio de mecánica de suelos.....	23
Tabla 5. Resultados del C.B.R. al 95% y 100%.....	24
Tabla 6. Resumen de resultados del levantamiento topográfico.....	25
Tabla 7. Características geométricas de la avenida actual.	27
Tabla 8. Volumen vehicular por hora.	29
Tabla 9. Factor Hora Pico.	29
Tabla 10. Tránsito vehicular por día.....	30
Tabla 11. Número de ejes equivalentes.	31
Tabla 12. Características geométricas de la avenida con el diseño de óvalo.....	35
Tabla 13. Comparación de las características geométricas del diseño vial en la entrada de la Av. Ramón Vargas Machuca.	38
Tabla 14. Comparación de las características geométricas del diseño vial en la salida de la Av. Ramón Vargas Machuca.	38

Índice de figuras

Figura 1. Diseño geométrico de carreteras.....	8
Figura 2. Levantamiento topográfico: Intersección en Cruz o Equis.....	9
Figura 3. Levantamiento topográfico con teodolito.....	9
Figura 4. Análisis granulométrico: Tamices.....	10
Figura 5. Contenido de Humedad: Horno de secado a 110 °C.....	10
Figura 6. Prensa para Ensayo CBR (California Bearing Ratio).....	11
Figura 7. Esquema de diseño.....	14
Figura 8. Ubicación de la zona de estudio.....	21
Figura 9. Ubicación de la calicata.....	22
Figura 10. Registro estratigráfico de la calicata.....	23
Figura 11. Topógrafo, teodolito y cinta métrica.....	24
Figura 12. Plano del levantamiento topográfico del diseño vial existente.....	25
Figura 13. Perfil longitudinal de la zona de estudio.....	26
Figura 14. Sección transversal del diseño actual de la Av. Ramon Vargas Machuca (entrada).....	27
Figura 15. Sección transversal del diseño actual de la Av. Ramon Vargas Machuca (salida).....	28
Figura 16. Conteo vehicular en la Av. Ramón Vargas Machuca.....	28
Figura 17. Volúmenes vehiculares por destino del diseño actual.....	31
Figura 18. Simulación del flujo vehicular del diseño actual.....	32
Figura 19. Vista en planta del nuevo diseño (óvalo).....	32
Figura 20. Sección transversal del diseño nuevo de la Av. Ramon Vargas Machuca (entrada).....	33
Figura 21. Sección transversal del diseño nuevo de la Av. Ramon Vargas Machuca (salida).....	33
Figura 22. Datos para el diseño del pavimento flexible.....	34
Figura 23. Diseño de la estructura del pavimento.....	34
Figura 24. Diseño del óvalo, vista en planta.....	36
Figura 25. Volúmenes vehiculares por destino del diseño nuevo.....	37
Figura 26. Simulación del flujo vehicular del diseño nuevo.....	37
Figura 27. Comparación del volumen vehicular actual y nuevo.....	39

Figura 28. Comparación del IMDA actual y nuevo.	40
Figura 29. Comparación del ESALS actual y nuevo.....	40
Figura 30. Comparación del nivel de servicio del diseño actual y nuevo.....	41

Resumen

Actualmente el tránsito vehicular es un problema a nivel mundial, esto puede ser causado por el aumento de la población y por ende de los vehículos, por fallas en el diseño vial, entre otros factores. La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores – 2021. Esta investigación es de tipo aplicada, con un diseño experimental, de nivel explicativo y de enfoque cuantitativo. La población son todas las intersecciones de las avenidas o calles que conforman el distrito de San Juan de Miraflores, el muestreo es de tipo no probabilístico intencional y la muestra fueron las avenidas Ramón Vargas Machuca y Los Eucaliptos, justo donde estas se intersecan en un diseño vial de gota de agua. Los resultados revelan que el nuevo diseño vial de un óvalo mejora las características geométricas existente y el tránsito vehicular. Además, con el modelamiento del software Synchro se determinó que el nivel de servicio mejora de un nivel F hasta un nivel C. Estos resultados son favorables para modificar diseños viales y así poder mejorar la transitabilidad.

Palabras clave: Diseño vial, transitabilidad, software.

Abstract

Currently, vehicular traffic is a problem worldwide, this can be caused by the increase in population and therefore of vehicles, by flaws in road design, among other factors. The main objective of this research was to analyze the trafficability with the implementation of a road design and the use of Synchro software in the Alipio Ponce sector, San Juan de Miraflores - 2021. This research is of an applied type, with an experimental design, of explanatory level and quantitative approach. The population is all the intersections of the avenues or streets that make up the district of San Juan de Miraflores, the sampling is of an intentional non-probabilistic type and the sample was Ramón Vargas Machuca and Los Eucaliptos avenues, just where they intersect in a design water drop vial. The results reveal that the new oval road design improves existing geometric characteristics and vehicular traffic. In addition, with the Synchro software modeling it was determined that the level of service improves from a level F to a level C. These results are favorable to modify road designs and thus be able to improve trafficability.

Keywords: Road design, walkability, software.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las construcciones de las carreteras son parte fundamental de nuestras vidas y el crecimiento de nuestro país, por el transporte de los transeúntes y porque dan nuevas oportunidades a nuestros mercados, que cada día están creciendo.

Asimismo, a nivel internacional la transitabilidad tiene una gran relevancia en la consolidación y fortalecimiento de la economía de un país, por lo cual las vías toman un rol importante en el desarrollo del mismo, debido a que por ellas se movilizan personas y mercancías; teniendo en cuenta esto el tráfico vehicular es un problema constante en todo el mundo, este es causado por distintos factores como, el aumento de la población y por ende de los vehículos, o por fallas en el diseño vial debido a una mala elaboración o por la alta antigüedad del mismo, entre otros; esto ocasiona un congestionamiento vehicular que impide garantizar la comodidad, seguridad y rapidez en la movilidad de los usuarios y por lo tanto afecta la calidad de vida de las personas. Por ejemplo, según el ranking de TomTom (2020) la ciudad de Bogotá fue considerada como la tercera ciudad con más tráfico vehicular, debido a esto se vienen realizando numerosos proyectos de diseño geométrico vial que buscan mejorar la movilidad de estos sectores.

A nivel nacional, en el Perú no estamos lejos de esa realidad, debido a que Lima fue considerada una de las 7 ciudades con más tránsito de América Latina y a su vez es una capital centralizada, por lo tanto, la cantidad de personas y vehículos que transitan por sus vías ha ido aumentando en los últimos años, para lo cual el gobierno ha planteado mejoras en el diseño de las vías, pero en algunos casos dichas mejoras no han cumplido con la función para la que fueron elaboradas, ya sea por un mal planteamiento de diseño o fallos en el estudio de tráfico, entre otros factores.

En el sector de Alipio Ponce del distrito de San Juan de Miraflores, el cual ha sido objeto de este estudio, se realizó una mejora en el diseño vial en el 2014, debido a

que esta intersección se prestaba a cruces informales, los cuales a menudo causaban accidentes vehiculares; el diseño que se planteó ya no da lugar a dichos cruces, pero creó un congestionamiento vehicular que permanece durante la mayor parte del día y a que afecta a las zonas aledañas al mismo y a sus pobladores.

El planteamiento del problema general de esta investigación fue ver ¿En cuánto mejora la transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021? Así mismo, los problemas específicos fueron ¿En cuánto mejoran las características geométricas con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021?, ¿En cuánto mejora el tránsito vehicular con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021? Y ¿En cuánto mejora el nivel de servicio con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021?

El proyecto de investigación presenta justificación social porque beneficia a los usuarios del sector Alipio Ponce, pero a su vez beneficia directamente a los pobladores del distrito de Chorrillos e indirectamente a los usuarios de la Panamericana Sur, ya que el diseño geométrico presentado pretende reducir el congestionamiento vehicular en las vías de acceso a estas zonas, brindando un grado de seguridad, comodidad y rapidez mucho mayor. La justificación práctica de esta investigación es que ayuda a plantear proyectos de diseño geométrico vial más eficientes en distintos sectores del país, así mismo se le brindará a la municipalidad del distrito de San Juan de Miraflores, toda la información recolectada, para que puedan emplearla en obras de diseño vial, que mejoren la transitabilidad de los distintos sectores del distrito y esto pueda beneficiar más a sus pobladores. La justificación teórica de la presente investigación es justificada porque se emplearon conocimientos científicos, y aunque el diseño presentado sea común en el país, en esta investigación se agrega los conocimientos para el diseño bajo otras condiciones, como las características del tráfico, las capacidades y niveles de servicio y las características de la red vial existentes en la zona, esta información ayuda a mejorar el planteamiento de los diseños usados en el mejoramiento de la transitabilidad de nuestro país. Presenta justificación metodológica porque nos ha

mostrado nuevas formas e instrumentos para la recolección y evaluación de datos en una avenida; así mismo, se desarrolla un proceso de recolección e interpretación de datos de la transitabilidad vehicular y peatonal del sector.

El objetivo general fue analizar la transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores – 2021; así mismo, los objetivos específicos fueron determinar las características geométricas con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021. Determinar el tránsito vehicular con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores – 2021. Determinar el nivel de servicio con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.

La hipótesis general fue que la transitabilidad mejora significativamente con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce – 2021; así mismo, las hipótesis específicas fueron que las características geométricas mejoran significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021. El tránsito vehicular mejora significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021. El nivel de servicio mejora significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Las investigaciones siempre son solicitadas a partir de un sustento o un respaldo, en este aspecto es donde entran los antecedentes, que sirven esencialmente como fundamento para esta investigación. Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) nos relata, que una verdadera investigación tiene que ser interesante, tratando en lo posible de abarcar un tema no realizado o abordar uno que no sea muy conocido y así poder mostrar una visión diferente o innovadora a un problema, aunque este haya sido estudiado o investigado repetidamente.

Ante lo mencionado, a continuación, se presentan los antecedentes que acompañan la investigación.

Romero B. (2018), cuya investigación tuvo como objetivo analizar el nivel de servicio vehicular y modelarlo en el software Synchro Traffic 8.0 en el Jr. Silva Santisteban de la ciudad de Cajamarca en las intersecciones semaforizadas. La metodología es de nivel descriptiva. Con los resultados se determinó los niveles de servicio de las intersecciones en estudio y que los vehículos que más ocupan estas vías son los mototaxis. En conclusión; se recomendó elaborar un plan vial que involucre disminuir los mismos.¹

Rojas M. (2017), la presente investigación tuvo como objetivo mejorar la transitabilidad de la Av. Cesar Vallejo, tramo cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con el cementerio en el distrito de Villa el Salvador. Esta investigación dio como resultado una propuesta de solución de diseño geométrico urbano para la zona en cuestión, con una longitud de 5.25 km. y un diseño de pavimento rígido; a su vez se recomendó otra intervención considerando un sistema de drenaje y mejoramiento del sistema de seguridad vial.²

Ríos C. (2018), cuya investigación tuvo como objetivo realizar un diagnóstico del sistema vial en la Av. Cáceres que revele sus fallas técnicas y poder proponer soluciones a mediano y largo plazo, mediante los softwares Infracore y Synchro 8. Como resultado de su primera propuesta de gestionar el tránsito se redujo en un

92% las demoras totales y con la segunda propuesta que se basa en implementar intersecciones novedosas (CFI) como en EE.UU. se obtuvieron mejores resultados a corto y largo plazo, pero con un costo mayor a la primera propuesta. En conclusión, se decidió recomendar la propuesta 1, sin embargo, se propone analizar económicamente la implementación de las CFI en Piura.³

Rodríguez A. (2015), esta investigación tuvo como objetivo general diseñar la red vial para la comuna “San Vicente de Cucupuro” de la parroquia rural del Quinche, teniendo en cuenta criterios técnicos y respetando la normativa vigente para el diseño de vías urbanas, considerando los impactos socio-económicos. La metodología es de tipo aplicada y diseño experimental. Con los resultados obtenidos de los estudios, se pudo elaborar un diseño mediante el método racional, el cual brindo dos diseños: uno con pavimento flexible y otro con adoquín. En conclusión, se determinó que para este caso sería mejor el adoquín, porque tiene un costo menor y presenta características similares al flexible y periodo de diseño de 20 años.⁴

Suarez R. & Vera T. (2015), cuya investigación tuvo como objetivo elaborar el estudio y diseño de la vía El Salado – Manantial de Guangala, ubicada en el sector norte del cantón Santa Elena. Como resultados de la investigación se clasificó la carretera como Tipo III, gracias al estudio del tráfico; a su vez se realizó el levantamiento topográfico y los estudios de suelos necesarios para elaborar el diseño del pavimento flexible según la norma AASHTO 93. La conclusión fue que a pesar que la construcción de la carretera ocasionara molestias a las zonas cercanas, el beneficio al terminarla será mayor, dado que aportaran con el desarrollo e implementación de los servicios básicos de este sector.⁵

Yugcha T. (2016), esta investigación tuvo como objetivo brindar una mejora a la movilidad del tránsito vehicular y peatonal de la vía Tisaleo - San Diego – Alobamba del cantón Tisaleo provincia de Tungurahua. Como resultados de la investigación gracias al estudio de tráfico se clasificó a la vía como clase II; con el estudio de suelos se determinó el CBR de 19.2%, que la clasifica como una subrasante regular-buena; sumándole a esto el levantamiento topográfico se pudo elaborar el

diseño para esta vía. En conclusión, el mejoramiento de la estructura del pavimento, la ampliación de calzada y el diseño geométrico propuestos son de gran importancia para satisfacer las necesidades de esta vía, como la seguridad, comodidad y la funcionalidad.⁶

Torres R., Rodríguez L. y Torres R. (2018), cuya investigación tuvo como objetivo elaborar el diseño vial de un tramo de 4650m de la vía Agua de Dios – Nilo, que comunica los municipios de estos, utilizando la norma AASHTO 93. La metodología es tipo descriptiva y analítica. Como resultados de los estudios realizados en la zona se determinó que el terreno muestra alternancias en su clasificación de suelos como en la capacidad de carga unitaria y presencia de saturación en algunas zonas. En conclusión, se elaboró el diseño de la vía bajo aspectos críticos, que arrojó una estructura de dimensiones grandes; a su vez se recomendó según los estudios de suelos generar una mejora en la subrasante, debido a las irregularidades que presenta.⁷

Parrado M. y García H. (2017), cuya investigación tuvo como objetivo generar la propuesta de diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá. La metodología es de tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvieron las curvas de nivel en un modelo digital del terreno utilizando el software AutoCad y se georreferenciaron con el software ArcGis y además se elaboró un diseño geométrico vial para la zona. La conclusión es que esta variante de diseño vial que fue presentado para los municipios de Funza y Mosquera es una adecuada solución y produce un nivel de servicio C.⁸

Patran R. y Girón R. (2015), cuya investigación tuvo como objetivo establecer una solución de movilidad vial en la intersección semaforizada de la Autopista sur con carrera 63 en la ciudad de Bogotá, Colombia; con una propuesta de diseño geométrico vial. La metodología es de diseño experimental y de tipo aplicada. Los instrumentos utilizados para la misma fueron equipos para el levantamiento topográfico, para poder verificar si se puede realizar pasos a desnivel en esta zona para permitir el desplazamiento continuo de vehículos conforme con las

necesidades viales concebidas para la capital. Se tomó en cuenta las normas de diseño que propone el INVIAS dando como resultado una detallada información topográfica. Se realizaron los diseños en planta, perfil y secciones transversales. En conclusión, con el análisis de resultados se construyó el modelo animado en el software Infracore para verificar el diseño final.⁹

Ayat M. (2013), esta investigación tuvo como objetivo mostrar los tipos de pavimentos alrededor del mundo, teniendo en cuenta las diferentes características de cada uno y sus diferentes etapas de vida, comenzando por las cuales son la construcción, el mantenimiento y el reciclaje. La metodología es de tipo aplicada y diseño experimental. La muestra utilizada fue un camino rural encontrado en la provincia de Bolonia en Italia. Los instrumentos utilizados fueron el programa BISAR 3.0 para desarrollar el diseño y un estudio de vida en fatiga para calcular el número de cargas que provocan fallas en la vía; a su vez, se realizó un diseño de alineación y estudio de seguridad para verificar si la distancia visual en las curvas cumple con la normativa. Una vez realizados los estudios pertinentes, se llegó a la conclusión que el tramo en estudio de 6km si acepta las características del diseño propuesto y que, si bien las curvas representan un riesgo, el campo de visión es alto, porque el área es para cultivos y no existen edificaciones que impidan la visibilidad, además se anticipa que las cargas futuras serán excesivas para la estructura del pavimento, por lo que se recomienda utilizar pavimento perpetuo en caso de que esto ocurra.¹⁰

A continuación, se presentan las bases teóricas que respaldan la investigación, que tiene como variables el diseño vial y la transitabilidad; y sus respectivas dimensiones como lo son el diseño geométrico, estudio topográfico, estudio de suelos para mi variable independiente; y tránsito vehicular, capacidades y niveles de servicio, características de la red vial para la variable dependiente.

El Diseño Vial o diseño de infraestructura vial pretende lograr una circulación de manera confortable y segura de cualquier tipo de vehículo de una zona a otra. La infraestructura nos menciona acerca de las instalaciones que están en una zona, las cuales son las encargadas de la transitabilidad de los vehículos.¹¹

Para lograr un adecuado diseño geométrico de una carretera (Ver Figura 1), sus elementos (planta, perfil y sección transversal) se deben relacionar convenientemente, para así poder garantizar a los vehículos una circulación sin interrupciones, manteniendo una velocidad continua y que la condición general de la vía sea acorde a la misma.¹²



Figura 1. Diseño geométrico de carreteras.

Fuente: Bermejo, 2017.

La topografía es la que estudia los procedimientos necesarios para la determinación de la posición de un punto específico en la superficie terrestre, esto se realiza por medio de medidas basadas en los tres elementos del espacio: una distancia, una elevación y una dirección o dos distancias y una elevación; para las distancias y elevaciones se utilizan las unidades de longitud en el sistema métrico decimal y para la dirección se emplea las unidades de arco en grados sexagesimales. La topografía es una de las artes más antiguas e importantes, necesaria para dividir y marcar límites de los terrenos en tiempos antiguos, también jugó un rol importante en muchas ramas de la ingeniería, debido a que los levantamientos topográficos son requeridos antes, durante y después de cualquier planeación y construcción de edificios, vías férreas, carreteras, aeropuertos, puentes y cualquier obra civil (Ver Figura 2).¹³

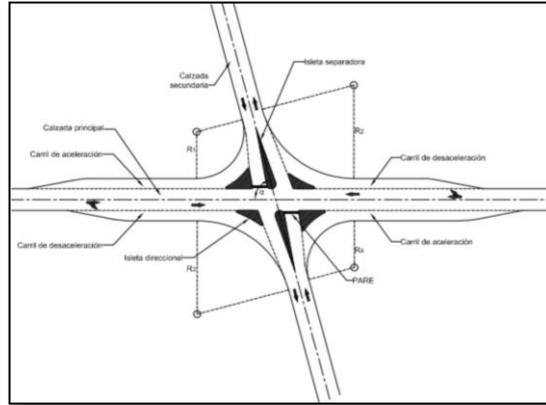


Figura 2. Levantamiento topográfico: Intersección en Cruz o Equis.
Fuente: Manual de diseño geométrico INVIAS, 2008.

El levantamiento topográfico nos permite determinar las posiciones de puntos a través de un conjunto de operaciones (Ver Figura 3); este tiene por objetivo recaudar suficientes datos para elaborar mapas y planos donde nos muestre la localización y relieve de detalles o puntos artificiales o naturales; con la finalidad de determinar y fijar tenderos de terrenos, también para servir como base proyectos en la ejecución de obras privadas o públicas, o toda obra horizontal y vertical.¹⁴



Figura 3. Levantamiento topográfico con teodolito.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen los estudios de suelos necesarios para el diseño vial:

El análisis granulométrico del suelo (Ver Figura 4), el cual tiene como objetivo determinar de manera cuantitativa la distribución del tamaño de partículas del suelo; este método es usado para saber los porcentajes del suelo que pasan los diferentes tamices de una serie, que es empleada en el ensayo, hasta llegar al tamiz N° 200

de 74mm. En este modo operativo no se delimitan las medidas de seguridad, por lo que es responsabilidad del usuario proponer dichas medidas de seguridad y salubridad; y además determinar su uso e interpretación. Los equipos necesarios para el ensayo son dos balanzas y una estufa; y los materiales son los tamices de malla cuadrada, envases, cepillo y brocha.¹⁵



Figura 4. Análisis granulométrico: Tamices.

Fuente: LMS - UNI, 2006.

El ensayo de contenido de humedad, como su nombre lo indica, tiene como objetivo determinar el contenido de humedad del suelo; el cual es la relación del peso del agua dentro de una masa del suelo, al peso de las partículas sólidas, este es expresado en porcentaje. Esto se consigue a través de un secado en horno a 110 °C (Ver Figura 5), determinando primero el peso de la muestra al inicio y después del secado; entonces la diferencia de pesos sería el peso del agua. Los equipos necesarios para este ensayo son horno y balanzas; y los materiales son recipientes, utensilios varios y opcionalmente un desecador.¹⁶



Figura 5. Contenido de Humedad: Horno de secado a 110 °C.

Fuente: LMS – UNI, 2006.

Otro estudio que se tiene en cuenta para la elaboración de un adecuado diseño, es el Ensayo de CBR (Ver Figura 6) que se define como el grado de resistencia frente a las cargas verticales a las que el suelo es sometido. El cual busca las características de humedad y densidad del suelo, pero también es utilizado para la determinar el soporte de los suelos y de las diferentes capas del pavimento. La capa superior del pavimento es donde se desarrolla la transitabilidad, esta se encarga de directamente de recibir las cargas vehiculares o del tránsito pudiendo ser pavimento flexible, rígido o articulado.¹⁷



Figura 6. Prensa para Ensayo CBR (California Bearing Ratio).

Fuente: LMS – UNI, 2006.

La transitabilidad es la circulación peatonal o vehicular en un determinado tiempo por medio de las vías de infraestructura, que nos brinda la unión hacia una zona o lugar necesario.¹⁸

El proceso de determinación de la transitabilidad es primordial para analizar y diseñar los distintos tipos de pavimentos. Existen distintos tipos de métodos empleados para elaborar el diseño de un pavimento, se incluyen las guías de diseño de AASHTO, las cuales nos podrán cuantificar el tráfico en términos de ejes equivalentes, y estos nos simbolizarán el tránsito acumulado, la repetición y capacidad de las cargas que pasen por el pavimento, a esto se le conoce como espectros de carga.¹⁹

El tránsito vehicular o tráfico vehicular, también llamado simplemente tráfico, es un fenómeno en una vía, autopista o calle provocado por el flujo de vehículos. Antes de elaborar cualquier diseño vial es esencial conocer las características del tránsito que va a poseer o posee esa calle o carretera.²⁰

La capacidad de una vía se define como el máximo número de vehículos que pueden circular en un tramo o punto uniforme de la vía en las condiciones imperantes del tránsito y de la vía durante un periodo de tiempo; esta se puede expresar en vehículos por hora o en periodos menores, el valor de la capacidad depende de cuanto dure el periodo en el cual se va a medir.²¹

El concepto de nivel de servicio es usado para medir la calidad del flujo vehicular, donde se describen las condiciones de operación de un flujo vehicular y las percepciones de los usuarios; estas condiciones pueden ser descritas en términos como velocidad y tiempo de recorrido, comodidad, libertad de maniobras, seguridad vial y conveniencia; además dependiendo de dichas condiciones se le nombran con una letra desde la A hasta la F, de mejor a peor como se muestra a continuación.²² (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Niveles de Servicio

Nivel de Servicio	Características
A	Flujo libre. Velocidad de operación > 95 Km/h
B	Flujo estable. Velocidad de operación > 85 Km/h
C	Flujo estable. Velocidad de operación > 80 Km/h
D	Flujo próximo a inestable. Velocidad de operación > 80 Km/h
E	Flujo inestable. Velocidad de operación < 80 Km/h aunque puede variar mucho.
F	Flujo forzado, intermitente, con características imprevisibles. Velocidad de operación < 50 Km/h

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

El tipo de investigación aplicada se efectúa a medida de procedimientos a través de la recolección de datos, ensayos y resultados para la comprobación de la hipótesis por informaciones internacionales y nacionales basados semejantes a esta problemática.²³

Por lo tanto, la presente investigación fue aplicada porque se procuró analizar la transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce del distrito de San Juan de Miraflores, precisamente en sus características del tráfico, red vial y tránsito vehicular.

Diseño de la investigación:

La investigación experimental ocurre cuando las dos variables concuerdan entre sí, por medio de la causa y efecto, debido a esto, la variable independiente debe ser manipulada deliberadamente para medir su efecto en la variable dependiente.²⁴

El Diseño de investigación fue experimental, porque se tuvo como propósito plantear un diseño vial, a partir de los estudios de transitabilidad, topográficos y suelos realizados, para mejorar la transitabilidad en este sector; y es cuasi experimental, porque se eligió esta zona en particular intencionalmente, para modificar la gota de agua por un óvalo, el cual nos permitió una mejora en la transitabilidad en las Avenidas de Alipio Ponce y Ramón Vargas Machuca. (Ver Figura 7)

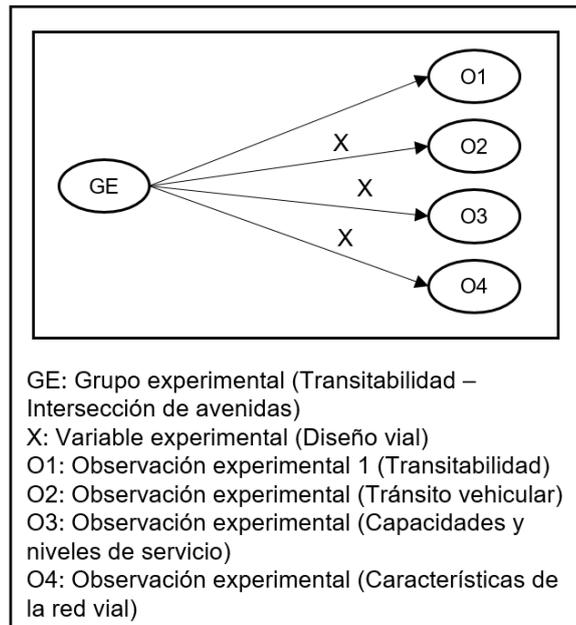


Figura 7. Esquema de diseño.

Fuente: Elaboración propia

Nivel de investigación:

El tipo de investigación de acuerdo al nivel fue explicativo, porque básicamente las variables fueron utilizadas para estudiar el por qué el nuevo diseño vial, es más adecuado para este sector y beneficiará a la transitabilidad vehicular.

De tal modo, la presente investigación fue de nivel explicativo, porque se determinó por medio de mucha información correcta, experimentar del porque el diseño vial ejecutado es una mejora en la transitabilidad en las Avenidas Ramón Vargas Machuca y Alipio Ponce.

Enfoque de la investigación:

Para el enfoque cuantitativo se tiene que recolectar datos, realizar conteos y análisis para demostrar las hipótesis y comprobarlas a través del experimento que se va a ejecutar entre la variable independiente y la dependiente.

Así que, esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo porque se realizó una recolección de datos mediante la cual se midió las dos variables, que son el diseño vial y la transitabilidad, y así se pudo resolver las interrogantes planteadas con anterioridad.

3.2. Variables y operacionalización

En la presente investigación se tomó en cuenta de las variables correspondientes, la definición conceptual, definición operacional, dimensiones, indicadores e instrumentos/parámetros y escala de medición.

Por lo tanto, las variables de esta investigación fueron:

Variable independiente (Cuantitativo): Diseño vial

El diseño vial son las características planteadas para la vía, las cuales puedan beneficiar a los usuarios de las mismas, esto es elaborado a partir de estudios, los cuales nos permiten elaborar el diseño geométrico para la zona en cuestión. (Ver Anexo 1)

Variables dependientes (Cuantitativo): Transitabilidad

Se define a la transitabilidad como el nivel de servicio que puede asegurar un estado tal de la misma que pueda permitir un flujo vehicular regular en un periodo determinado. (Ver Anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo

La **población** o universo poblacional es un conjunto infinito o finito de elementos que tienen características comunes, y que en un espacio y tiempo determinado el investigador realiza una investigación.²⁵

En la presente investigación la población fueron todas las intersecciones de las avenidas o calles que conforman el distrito de San Juan de Miraflores que está ubicado en el departamento de Lima. (Ver Anexo 6-L1)

La **muestra** viene a ser un subgrupo de la población, que tiene que ser representativa de la misma y se tiene que definir con precisión, porque de esta se

recolectarán los datos y se espera que los resultados logren generalizarse a la población.²⁶

Asimismo, se determinó la muestra como el suelo de las Avenidas Ramón Vargas Machuca y Los Eucaliptos, justo donde estas se intersecan en un diseño vial de gota de agua, la distancia de la muestra está comprendida justo en esta intersección, se tomó en cuenta este tramo como el más representativo y el punto central de esta investigación, donde se solicitó y se realizó la calicata, para tomar la muestra del suelo y posteriormente se realizó el levantamiento topográfico y los estudios de tráfico correspondientes. (Ver Anexo 6-L2).

En el tamaño de la muestra, se recomienda que sea un importante fragmento en la observación según las propiedades del terreno, se cogió la delimitación del territorio, para esta cuestión las estimaciones adecuadas de las pruebas o ensayos fueron aprobadas para dicha cuestión.

El **muestreo** toma importancia porque no se puede medir todos los individuos dentro de un universo, por lo cual se requiere una muestra que represente a la población; hay diferentes tipos, pero estos están divididos en dos grupos: probabilísticos y no probabilísticos, cuyas diferencias son que el primero es aleatorio y el segundo es a elección del investigador.²⁷

En esta investigación, el muestreo fue de tipo no probabilístico intencional, debido a que la muestra no ha sido designada al azar, sino que ha sido seleccionada teniendo en cuenta el tramo más representativo de la zona a investigar y también que no se han utilizado métodos estadísticos.

La **unidad de análisis** en esta investigación fue la infraestructura vial de la intersección de las avenidas Ramón Vargas Machuca y Alipio Ponce en el distrito de San Juan de Miraflores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las **técnicas de recolección de datos** son las actividades y procedimientos que le brindan al investigador la obtención de la información que requiere para cumplir el objetivo de la investigación.²⁸

En esta investigación se va a emplearon la técnica de la observación directa para el proceso de acumulación de información, y a su vez para el análisis de resultados y discusión de los mismos; además se utilizó la observación experimental en los ensayos de suelos.

Los **instrumentos de recolección de datos** son utilizados por el investigador para medir los atributos o comportamientos de las variables.²⁹

En la presente investigación se hizo uso de fichas de recolección de datos como instrumentos, las cuales fueron desarrolladas por el investigador y se le dio validez por un juicio de expertos. (Ver Tabla 2) (Ver Anexo 3)

Tabla 2. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos	Descripción	Técnicas	Instrumentos
Vista en planta	Observación directa	Fichas de recolección de datos	Ancho de carril	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Perfil longitudinal	Observación directa	Fichas de recolección de datos	Ancho de berma	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Sección transversal	Observación directa	Fichas de recolección de datos	Ancho de cuneta	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Levantamiento planimétrico	Observación directa	Fichas de recolección de datos	Zonas de no rebase	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Levantamiento altimétrico	Observación directa	Fichas de recolección de datos	Puntos de acceso	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Análisis granulométrico	Observación experimental	Fichas de resultados de laboratorio	Pendiente	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Límites de consistencia	Observación experimental	Fichas de resultados de laboratorio	Volumen vehicular	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Ensayos de sales solubles	Observación experimental	Fichas de resultados de laboratorio	IMDA	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Proctor modificado	Observación experimental	Fichas de resultados de laboratorio	ESALS	Observación directa	Fichas de recolección de datos
CBR	Observación experimental	Fichas de resultados de laboratorio	Capacidad vial	Observación directa	Fichas de recolección de datos
Ancho de calzada	Observación directa	Fichas de recolección de datos	Velocidad media recorrida (VMR)	Observación directa	Fichas de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia.

La **validez** es el grado en que un instrumento mide lo que debe medir, para obtener esto se debe comparar el instrumento con su patrón de oro o el ideal .³⁰

En esta investigación se han sometido todos los documentos e instrumentos que la conforman a un juicio de expertos, obteniendo como resultados 0.87 como coeficiente Kappa lo que simboliza una concordancia muy buena. (Ver Tabla 3) (Ver Anexo 4)

Tabla 3. *Escala del coeficiente Kappa*

Valor de K	Fuerza de la concordancia
<0.20	Pobre
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
0.81-1.00	Muy buena

Fuente: López & Pita, 1999.

La **confiabilidad** se refiere a cuando la aplicación del instrumento en unidades de estudio con condiciones iguales, brindan los mismos resultados; cuando la diferencia entre resultados es mayor, entre medidas de las mismas características, pero tomadas en diferentes tiempos, se dice que la confiabilidad del instrumento es menor.³¹

Para reforzar la confiabilidad, los instrumentos empleados en esta investigación fueron calibrados antes de ser usados para los ensayos de estudio de suelo, los cuales estuvieron a cargo del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, estos nos brindaron una ficha técnica donde nos aseguran que han sido debidamente calibrados.

3.5. Procedimientos

En esta investigación se realizó un procedimiento de estudio para obtener resultados que refuercen los objetivos e hipótesis planteados a partir de las respectivas variables.

Con respecto al procedimiento de este estudio se tuvo la siguiente sucesión: en primer lugar, se realizó la excavación de una calicata en el punto más representativo del sector, esta excavación tuvo un ancho de 0.80 m y una longitud de 1.00 m y contó con una profundidad de 1.50 m como mínimo según el manual de carreteras, lo cual me reveló las condiciones del tipo del suelo y posteriormente se envió al laboratorio de mecánica de suelos, donde se realizaron los ensayos de análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, clasificación SUCS y CBR; los resultados de estos ensayos fueron primordiales para el óptimo diseño vial del óvalo en el sector de Alipio Ponce.

En segundo lugar, se requirió realizar un levantamiento topográfico del sector Alipio Ponce, exactamente en las Avenidas Ramón Vargas Machuca y Los Eucaliptos se realizó con la ayuda de un topógrafo, equipo topográfico y los instrumentos necesarios antes mencionados, así obtuvimos el levantamiento planimétrico y altimétrico.

En tercer lugar, se realizó una visita a campo, para recolectar información referente a la transitabilidad del sector Alipio Ponce, mediante las fichas de recolección de datos se registró la información pertinente para obtener las características geométricas, el tránsito vehicular, el nivel de servicio.

En cuarto lugar, con los resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos, el levantamiento topográfico y la información recaudada del tránsito vehicular, se procedió a realizar el respectivo diseño vial del óvalo planteado para el sector de Alipio Ponce, tomando en cuenta los resultados antes mencionados y basándonos en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico y el Diseño por Método de AASHTO.

Finalmente se puso a prueba el diseño del óvalo planteado en el software Synchro, que permitió hacer una simulación del flujo vehicular con este nuevo diseño; y así poder comprobar las hipótesis.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos consiste en realizar un conjunto de operaciones a los datos recolectados por el investigador, para así poder alcanzar los objetivos de la investigación.³²

El método utilizado en esta investigación ha sido la estadística inferencial, porque mediante técnicas descriptivas, en este caso las fichas de recolección de datos se halló información que nos permitió elaborar un diseño vial; el cual nos sirvió de ejemplo para toda la población que se ha considerado.

De igual forma para el método inductivo, se elaboró en el laboratorio con la incorporación de los equipos necesarios para realizar el análisis granulométrico, clasificación SUCS, ensayo CBR, los cuales fueron la base para elaborar el diseño planteado en el sector de Alipio Ponce.

3.7. Aspectos éticos

Esta parte de la investigación se utiliza para que la calidad moral de la indagación sea garantizada, en base a los siguientes fundamentos éticos: Como alumno de la universidad César Vallejo y perteneciendo a la escuela profesional de Ingeniería Civil, esta investigación se ha desarrollado con la completa honestidad, honradez, confianza y respeto, por lo cual, se elabora un trabajo exclusivo teniendo en cuenta la norma ISO690:2010(E) y las referencias bibliográficas estilo ISO 690 y 690-2; las citas utilizadas en la presente investigación se desarrollaron sin haber copiado la tesis de otros autores y así poder respetar sus aportes, valorando el esfuerzo de las otras investigaciones y a su vez evitar problemas de plagio. La recolección de datos para el procedimiento de esta investigación se realizó en base a el manual de ensayo de materiales y manual de carreteras, sección de suelos y pavimentos del MTC que se ejecutó con mucho compromiso en el lugar correspondiente.

IV. RESULTADOS

4.1 Zona de estudio

Ubicación

La zona de estudio se encuentra ubicada en el departamento de Lima, al suroeste de la provincia de Lima e igualmente al suroeste del distrito de San Juan de Miraflores. Se encuentra georreferenciado en las coordenadas:

-12.172045113877028, -76.98127724050372 en grados decimales y a una altitud aproximada de 58 m.s.n.m. (Ver Figura 8) (Ver anexo 6-L2).



Figura 8. Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: Google Earth.

4.2 Trabajos Previos

En esta investigación para llevar a cabo el diseño vial a implementar se tuvieron que realizar distintos estudios de antemano, como el estudio de suelos y tránsito vehicular, para poder determinar la estructura del pavimento flexible y un estudio topográfico de la zona para elaborar el diseño geométrico en cuestión; y posteriormente analizar la transitabilidad con la implementación de este diseño. A continuación, se explican detalladamente los estudios realizados.

Estudio de suelos

Para llevar a cabo el estudio de mecánica de suelos de la presente investigación, se tuvo en consideración la norma E.050 de suelos y cimentaciones, teniendo presente esto se realizó una calicata según la norma NTP 339.162 (ASTM D-420), con dimensiones de 0.80m. x 1.00m. y con una profundidad de 1.50m., la cual es la profundidad mínima para la exploración de suelos según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

La calicata estuvo ubicada en un punto representativo de la muestra, exactamente en las coordenadas: -12.171941, -76.981216 en grados decimales (Ver Figura 9), esto se hizo con el objetivo de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante.



Figura 9. Ubicación de la calicata.

Fuente: Google Earth.

En primer lugar, se realizó un registro estratigráfico de la excavación y se tomaron muestras de cada estrato existente. (Ver Figura 10) (Ver Anexo 10-1)



Figura 10. Registro estratigráfico de la calicata.

Fuente: Elaboración propia.

Con las muestras alteradas obtenidas, se efectuaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado según norma NTP 339.128.
(Ver Anexo 10-2)
- Límites de consistencia según norma NTP 339.129. (Ver Anexo 10-2)
- Ensayo de sales solubles: (Ver Anexo 10-3)
Contenido de sulfatos según norma ASTM D-516.
Contenido de cloruros según norma ASTM D-512.
- Proctor Modificado según norma NTP 339.141 (ASTM D-1557).
(Ver Anexo 10-4)
- Ensayos de CBR de sub rasante según norma NTP 339.145.
(Ver Anexo 10-4)

Debido a esto se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación. (Ver Tabla 4)

Tabla 4. Resultados del estudio de mecánica de suelos.

Calicata	Estrato N° 2 (m)	%			Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	SUCS	Sales solubles	
		Grava	Arena	Finos					Sulfatos	Cloruros
C-1	0.40 - 0.70	55	24	21	S.L.L.	N.P.	N.P.	GM	0.1	620.5

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis del Proctor modificado y CBR en la calicata bajo las normas técnicas antes mencionadas y se obtuvo los valores del CBR al 95% y 100% (Ver Tabla 5); se determinó usar el valor de CBR de 55% (condición menos favorable) para diseñar el pavimento flexible.

Tabla 5. Resultados del C.B.R. al 95% y 100%.

Calicata	Proctor Modificado		C.B.R. al 95%	C.B.R. al 100%
	Máx. Densidad Seca (%)	Óptimo C.H. (%)	0.1"	0.1"
C-1	2.185	6.3	55%	79%

Fuente: Elaboración propia.

Estudio topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico de la zona se requirió la ayuda de un topógrafo e instrumentos de topografía como lo son: un teodolito, una mira y una cinta métrica y la ficha de recolección de datos. (Ver Figura 11).



Figura 11. Topógrafo, teodolito y cinta métrica.

Fuente: Elaboración propia.

Se niveló el teodolito prácticamente al centro de la zona de estudio y se tomó como referencia un punto fijo en la zona (poste), para poder determinar las cotas del terreno, así mismo se consideró el centro como la cota 100.00, se tomaron varios puntos alrededor de la gota de agua codificados con números y otros puntos

alrededor de la pista codificados con letras, además se tomaron datos de los postes de luz existentes; todos estos fueron anotados en las fichas. (Ver Tabla 6) (Ver Anexo 11-1)

Tabla 6. Resumen de resultados del levantamiento topográfico.

Puntos	Cota	Coord. X	Coord. Y	Puntos	Cota	Coord. X	Coord. Y
EST.	100.00	284638.95	8653997.87	A	98.64	284644.08	8653971.14
1	99.72	284650.26	8653986.85	B	99.04	284651.72	8653976.16
2	100.13	284654.55	8653994.60	C	99.55	284660.24	8653982.35
3	100.35	284654.55	8654006.41	D	100.22	284664.79	8653995.23
4	100.37	284654.55	8654016.38	E	100.84	284665.68	8654024.80
5	100.83	284656.17	8654028.80	F	100.88	284644.71	8654036.88
6	100.50	284638.36	8654019.76	G	100.57	284630.46	8654026.55
7	100.21	284631.07	8654016.67	H	99.44	284616.90	8654016.69
8	99.37	284623.32	8654008.74	I	98.77	284604.93	8654003.57
9	98.97	284621.25	8654000.12	J	98.79	284612.75	8653998.94
10	98.71	284622.85	8653992.47	K	98.50	284621.76	8653982.35
11	98.65	284627.69	8653986.37	L	98.67	284628.18	8653975.11
12	98.87	284638.24	8653982.29				
13	99.31	284644.67	8653983.24				

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos obtenidos del levantamiento planimétrico y altimétrico se elaboró el diseño geométrico vial de gota de agua existente en el software AutoCAD. (Ver Figura 12) (Ver Anexo 6-L3)

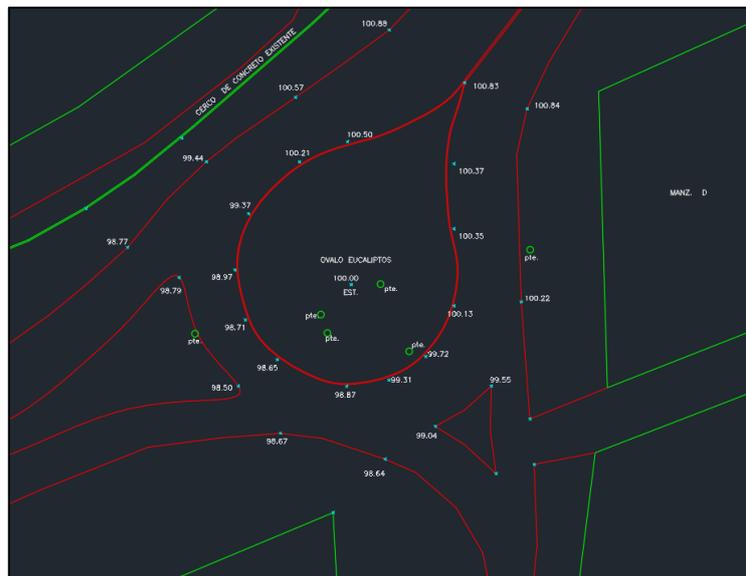


Figura 12. Plano del levantamiento topográfico del diseño vial existente.

Fuente: Elaboración propia.

Además, con las cotas del terreno obtenidas por el levantamiento, se realizó un perfil longitudinal de la zona de estudio. (Ver Figura 13)

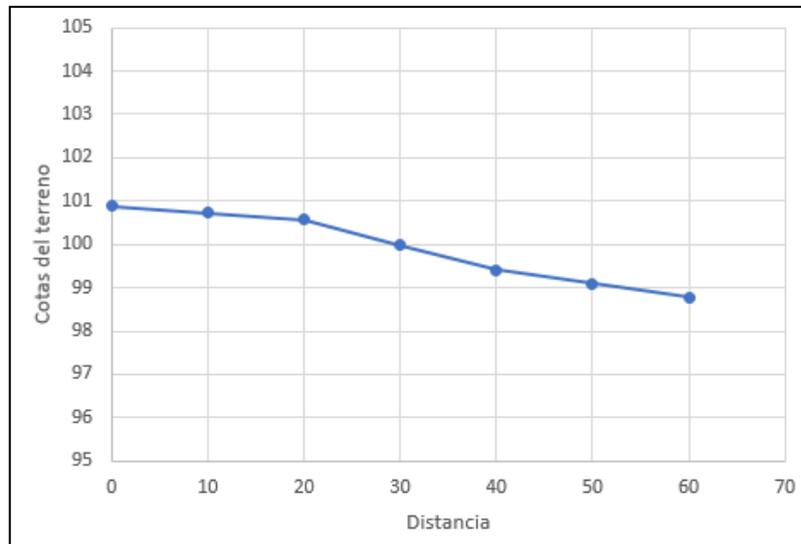


Figura 13. Perfil longitudinal de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Características geométricas

La avenida en estudio es una vía pavimentada de tipo flexible, cuenta con tres carriles con un ancho total de 12.90m en la entrada a la gota de agua y con dos carriles con un ancho de 9.60m en toda la continuación de la gota de agua, con sardineles de 0.15m. De acuerdo a lo observado en la avenida, esta no presenta con las señales de tránsito horizontales o ya están muy deterioradas.

Con respecto a las avenidas colindantes, la Av. Ramon Vargas Machuca cuenta con un punto de acceso con una cantidad de vehículos considerable, la cual es la Av. Los Eucaliptos, que se intersecan justo antes de la salida del diseño de gota de agua.

La pendiente del tramo en estudio se determinó en base al perfil longitudinal de la vía, en función a los puntos recolectados con el levantamiento topográfico, que nos dio como resultado una pendiente promedio de 3.56%.

Con lo mencionado anteriormente, se presenta una tabla con las características que presenta la vía en la entrada y salida del diseño de gota de agua, el cual es el punto central de la investigación. (Ver Tabla 7)

Tabla 7. Características geométricas de la avenida actual.

Características geométricas	Av. Ramon Vargas Machuca (Entrada)	Características geométricas	Av. Ramon Vargas Machuca (Salida)
Ancho de calzada	12.90m	Ancho de calzada	9.60m
Ancho de carril	4.30m	Ancho de carril	4.80m
Ancho de berma	---	Ancho de berma	---
Ancho de cuneta	---	Ancho de cuneta	---
% Zonas de no rebase	---	% Zonas de no rebase	---
Puntos de acceso	1	Puntos de acceso	3
Pendiente promedio	3.56%	Pendiente promedio	3.56%

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos recolectados se realizaron secciones transversales de la Av. Ramón Vargas Machuca, tanto en la entrada como en la salida de la misma, donde se plasmaron las características geométricas del diseño actual y así poder visualizarlas mejor. (Ver Figura 14) (Ver Figura 15)

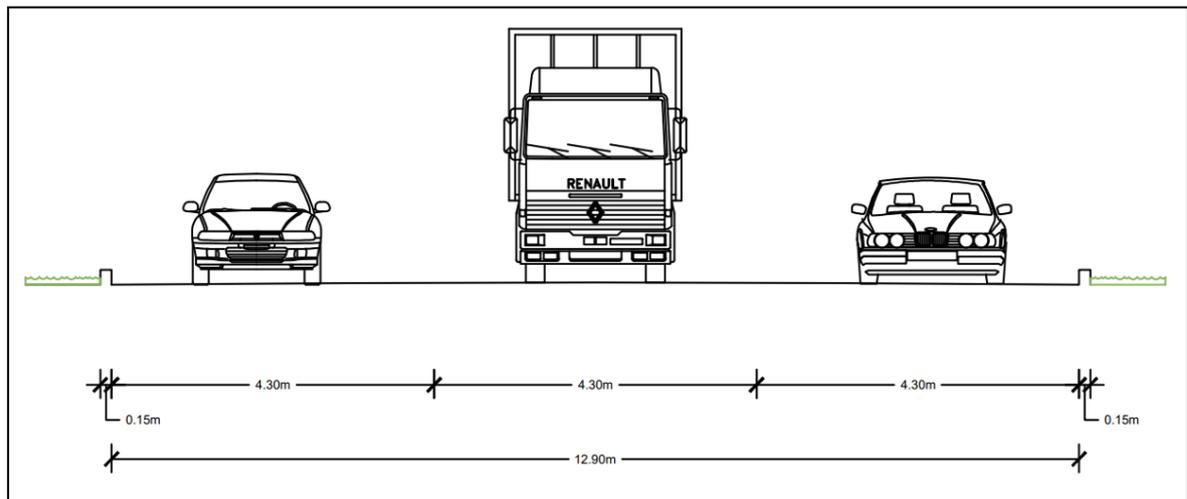


Figura 14. Sección transversal del diseño actual de la Av. Ramon Vargas Machuca (entrada).

Fuente: Elaboración propia.

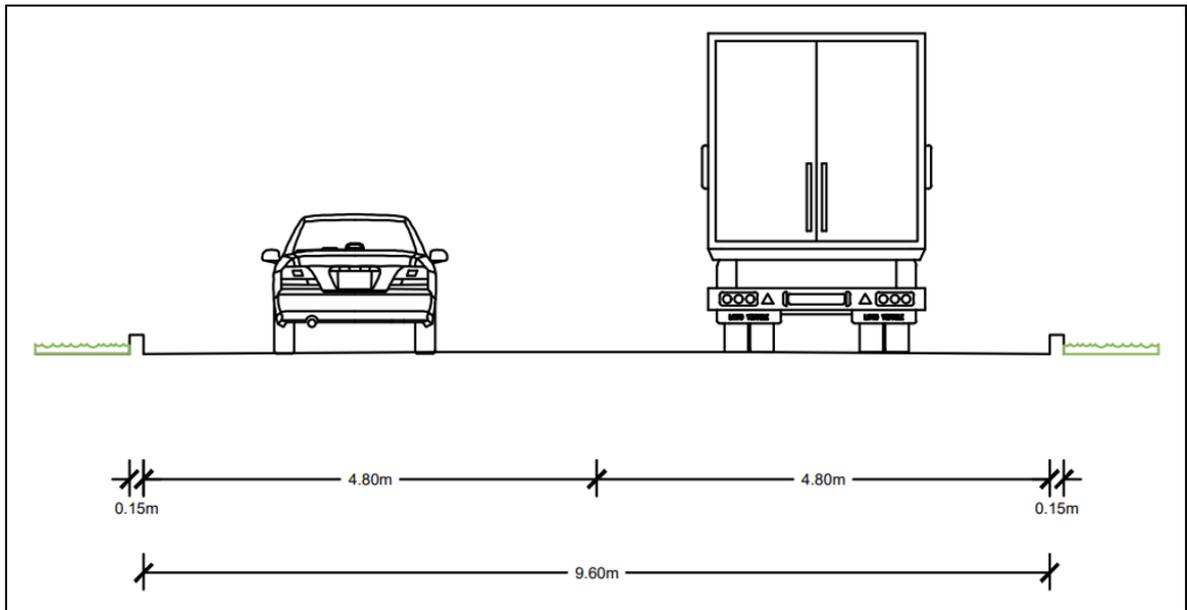


Figura 15. Sección transversal del diseño actual de la Av. Ramon Vargas Machuca (salida).
Fuente: Elaboración propia.

Estudio de tránsito

Para llevar a cabo el estudio de tráfico vehicular, se realizó un conteo vehicular en la Av. Ramos Vargas Machuca en la parte de la salida de la gota de agua, justo después de la intersección con la Av. Los Eucaliptos, porque se consideró que es el punto con mayor tránsito de vehículos y justamente por donde se ha propuesto el cambio de diseño geométrico de gota de agua por un óvalo. (Ver Figura 16)



Figura 16. Conteo vehicular en la Av. Ramón Vargas Machuca.
Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, se realizó un conteo vehicular durante 1 hora en intervalos de 15 minutos, para poder definir el volumen vehicular por hora, necesario para determinar el nivel de servicio de la vía; este conteo se llevó a cabo durante 7 días, desde el lunes 27 de septiembre hasta el domingo 3 de octubre, desde las 12:00pm hasta la 1:00pm, porque se consideró la hora con el mayor tráfico posible, y se hizo con la ayuda de las fichas de recolección de datos. (Ver Tabla 8)

Tabla 8. *Volumen vehicular por hora.*

Volumen Vehicular							
Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
12:00 - 12:15	451	470	435	445	510	499	390
12:15 - 12:30	424	415	446	476	501	510	415
12:30 - 12:45	432	420	419	404	495	505	425
12:45 - 13:00	460	402	424	395	505	550	413

Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, se procedió a determinar el factor hora pico teniendo en cuenta el día y la hora con más demanda vehicular, y el intervalo de 15 minutos con más demanda dentro de la hora escogida, teniendo como resultado lo que se muestra a continuación. (Ver Tabla 9)

Tabla 9. *Factor Hora Pico.*

Día Máx. Demanda	Hora Pico	Tiempo cada 15 minutos				Total x hora	15min máx.	FHP
		00 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60			
Sábado	12:00 - 13:00	499	510	505	550	2064	550	0.9

Fuente: Elaboración propia.

En tercer lugar, con los datos recolectados anteriormente se determinó también el tránsito vehicular por día, el cual permitió obtener el índice medio diario semanal (IMDs) y posteriormente se determinó el factor de corrección de vehículos ligeros y pesados por unidad de peaje (FC) obtenido del MTC, que en este caso se consideró el peaje de Chilca como el más cercano a la zona y setiembre como el mes de estudio; al final el producto de estos dos dio como resultado el índice medio diario anual (IMDa) de la vía en cuestión. (Ver Tabla 10)

Tabla 10. Tránsito vehicular por día.

Tránsito vehicular / día											
Tipo de vehículos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	T. Sem	IMDs	FC	IMDa
Auto	37920	36960	37440	37080	42960	43920	36480	272760	38966	1.5046	58628
Camioneta Pick up y C.R.	3480	3000	3120	3240	4080	4320	2328	23568	3367	1.5046	5066
Micro	552	528	432	504	672	768	288	3744	535	1.5046	805
Bus 2E	96	72	96	72	72	120	72	600	86	0.9991	86
Bus 3E	48	48	48	24	72	48	24	312	45	0.9991	45
Camión 2E	120	24	0	72	48	48	72	384	55	0.9991	55
Camión 3E	0	96	96	0	120	96	0	408	58	0.9991	58
Camión 4E	48	48	0	24	24	0	48	192	27	0.9991	27
Semitrayler 2s3	0	24	24	0	48	72	24	192	27	0.9991	27
Semitrayler 3s1/3s2	72	0	0	72	0	48	0	192	27	0.9991	27
Semitrayler >=3s3	0	48	0	48	24	24	0	144	21	0.9991	21
Trayler 2T2	48	0	48	72	48	0	48	264	38	0.9991	38
Trayler 2T3	0	72	0	24	24	48	24	192	27	0.9991	27
Trayler 3T2	0	48	48	48	72	0	0	216	31	0.9991	31
Trayler 3T3	24	0	24	0	0	24	24	96	14	0.9991	14
Total	42408	40968	41376	41280	48264	49536	39432	303264	43323		64954

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para poder obtener el número de ejes equivalentes o ESALS, es necesario hallar ciertos factores, primero los ejes equivalente (EE) por cada tipo de vehículo, los cuales fueron determinados con la ayuda del cuadro 6.3 del manual de carreteras y los pesos y medidas vehiculares máximas permitidas por el MTC; después se halló el factor de crecimiento acumulado (Fca), con el cuadro 6.2 del manual de carreteras, considerando una tasa anual de crecimiento del 3.69% y un periodo de diseño de 20 años; luego se obtuvo el factor direccional (Fd) y el factor carril (Fc) del cuadro 6.1 del manual de carreteras, considerando 1 calzada de 1 sentido y con 2 carriles por sentido; para finalizar con el IMDA y los factores se procedió a calcular el número de ejes equivalentes (ESALS), el cual nos ayudará en el diseño de la infraestructura del pavimento. (Ver Tabla 11)

Tabla 11. Número de ejes equivalentes.

Tipo de vehículos	IMDa	EE (8.2tn) FLEXIBLE	Fca	Fd	Fc	ESALS
Auto	58628	0.000527	28.84	1.00	0.80	260191
Camioneta Pick up y C.R.	5066	0.000527	28.84	1.00	0.80	22482
Micro	805	0.000527	28.84	1.00	0.80	3571
Bus 2E	86	4.503654	28.84	1.00	0.80	3247920
Bus 3E	45	2.631312	28.84	1.00	0.80	986770
Camión 2E	55	4.503654	28.84	1.00	0.80	2078669
Camión 3E	58	3.284580	28.84	1.00	0.80	1610753
Camión 4E	27	2.773551	28.84	1.00	0.80	640068
Semitrayler 2s3	27	7.741941	28.84	1.00	0.80	1786653
Semitrayler 3s1/3s2	27	6.522867	28.84	1.00	0.80	1505320
Semitrayler >=3s3	21	4.990606	28.84	1.00	0.80	863783
Trayler 2T2	38	10.980228	28.84	1.00	0.80	3484210
Trayler 2T3	27	9.761154	28.84	1.00	0.80	2252638
Trayler 3T2	31	9.761154	28.84	1.00	0.80	2534218
Trayler 3T3	14	8.542080	28.84	1.00	0.80	985653
ESAL						22262899

Fuente: Elaboración propia.

Nivel de servicio

Para determinar el nivel de servicio se utilizó el software Synchro 8, que utiliza la metodología HCM 2010; con los datos obtenidos de las tablas del tránsito vehicular y las características geométricas del diseño actual se procedió a simular el volumen del tráfico de la intersección de la Av. Ramon Vargas Machuca con la Av. Los Eucaliptos (Ver Figura 17) (Ver Anexo 11-1), dando como resultado un flujo vehicular forzado, el cual es considerado un nivel de servicio “F” según esta investigación. (Ver Figura 18)

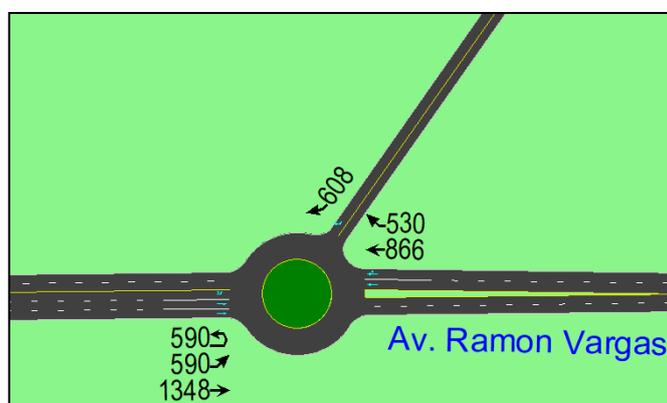


Figura 17. Volúmenes vehiculares por destino del diseño actual.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Simulación del flujo vehicular del diseño actual.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño geométrico

Con el levantamiento topográfico de la zona realizado, se procedió a plasmar la idea del óvalo sobre el mismo, y dio como resultado la vista en planta del nuevo diseño como se muestra a continuación. (Ver Figura 19)



Figura 19. Vista en planta del nuevo diseño (óvalo).
Fuente: Elaboración propia.

Además, se realizaron modificaciones en las secciones transversales de la Av. Ramón Vargas Machuca, tanto en la entrada como en la salida de la misma, teniendo en cuenta el nuevo diseño de la intersección, como se muestra a continuación. (Ver Figura 20) (Ver Figura 21)

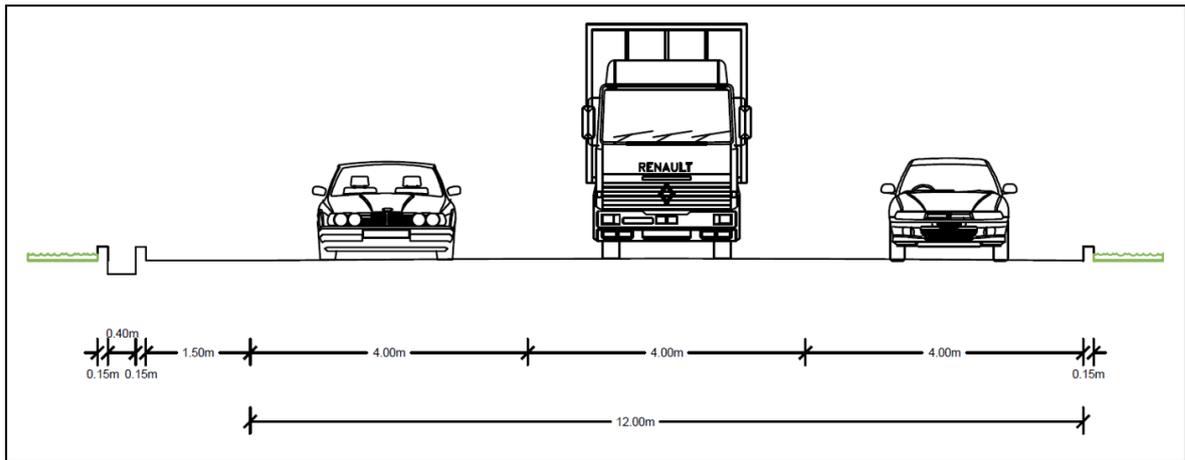


Figura 20. Sección transversal del diseño nuevo de la Av. Ramon Vargas Machuca (entrada).
Fuente: Elaboración propia.

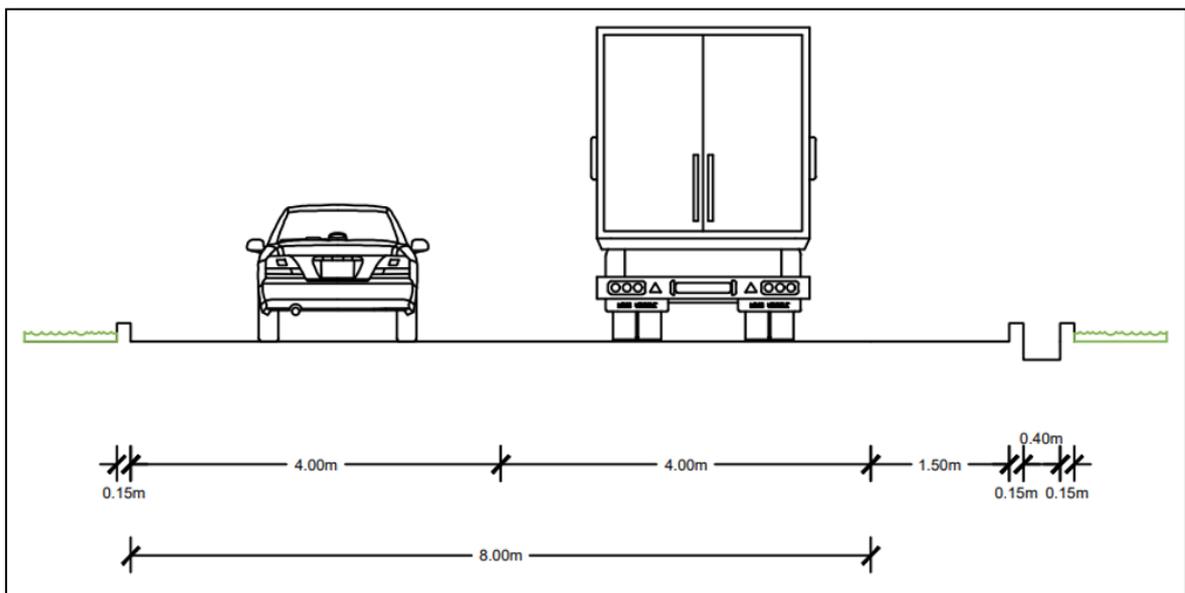


Figura 21. Sección transversal del diseño nuevo de la Av. Ramon Vargas Machuca (salida).
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de la estructura del pavimento

Se llevo a cabo el diseño en base a la metodología de diseño del manual de carreteras, sección suelos y pavimentos, que toma como referencia el método AASHTO-93, esta metodología requiere de parámetros iniciales, como lo son la carga de tráfico vehicular y las características de la subrasante, cabe precisar que la carga del tráfico vehicular será considerada en base al volumen vehicular que se presente para este nuevo punto de acceso; una vez obtenido estos valores, se

procedió a determinar las características necesarias para utilizar la ecuación básica para el diseño de la estructura del pavimento, estas características están definidas en función al resultado de la carga de tráfico vehicular. Los datos obtenidos para este diseño de pavimento flexible fueron los que se muestran a continuación. (Ver Figura 22)

W18 : 7949494 EE
CBR : 55%
Mr : 33207 psi
Zr : -1.282
So : 0.45
Pi : 4.00
Pt : 2.50
Δ PSI : 1.50

W18 : Número de repeticiones ejes equivalentes de 8.2t.
CBR : Capacidad de soporte CBR (California Bearing Ratio).
Mr : Módulo de resiliencia.
Zr : Desviación estándar normal.
So : Desviación estándar combinada.
Pi : Índice de serviciabilidad inicial.
Pt : Índice de serviciabilidad final.
 Δ PSI : Diferencia de serviciabilidad.

Figura 22. Datos para el diseño del pavimento flexible.

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber realizado todos los cálculos y procedimientos correspondientes (Ver Anexo 12), se obtuvo el siguiente diseño para la estructura del pavimento. (Ver Figura 23)

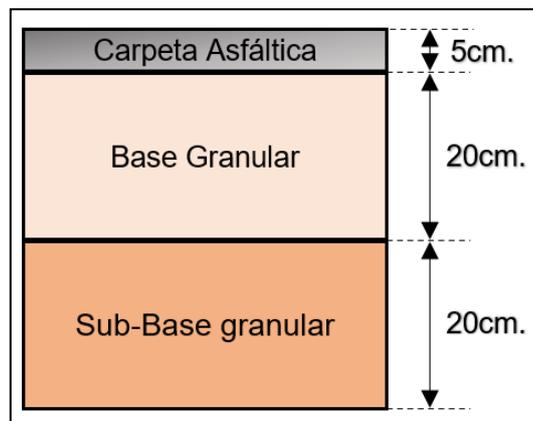


Figura 23. Diseño de la estructura del pavimento.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Características geométricas con la implementación de un diseño vial.

Las siguientes características geométricas son las propuestas una vez terminado el diseño vial del óvalo en cuestión, la tabla que se presenta a continuación se refiere a la Avenida Ramon Vargas Machuca en la parte de entrada y salida del óvalo. (Ver Tabla 12)

Tabla 12. Características geométricas de la avenida con el diseño de óvalo.

Características geométricas	Av. Ramon Vargas Machuca (Entrada)	Características geométricas	Av. Ramon Vargas Machuca (Salida)
Ancho de calzada	12.00m	Ancho de calzada	8.00m
Ancho de carril	4.00m	Ancho de carril	4.00m
Ancho de berma	1.50m	Ancho de berma	1.50m
Ancho de cuneta	0.40m	Ancho de cuneta	0.40m
% Zonas de no rebase	---	% Zonas de no rebase	---
Puntos de acceso	2	Puntos de acceso	3
Pendiente promedio	3.56%	Pendiente promedio	3.56%

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del número de carriles, ancho de carril, entre otros fueron planteados bajo lo especificado en el Manual de carreteras: Diseño geométrico (MTC-2018) en base al IMDA que posee la Av. Ramón Vargas Machuca, siendo el ancho mínimo de carril 3.60m, el número mínimo de 2 carriles y 1.50m el ancho definido para bermas.

4.4 Tránsito vehicular con la implementación de un diseño vial.

Con respecto a la demanda vehicular o volumen vehicular con la implementación de este diseño se consideró que el 50% de los vehículos que van desde la entrada de la Av. Los Eucaliptos y la entrada de chorrillos hacia la Av. Ramon Vargas Machuca utilizan el nuevo punto de acceso planteado, debido a que con el nuevo diseño del óvalo se añaden dos carriles adicionales justamente en esa salida como se muestra en el plano de vista en planta (Ver Figura 24), por lo tanto, el volumen vehicular considerado en el punto de estudio fue de 1327 vehículos/hora.

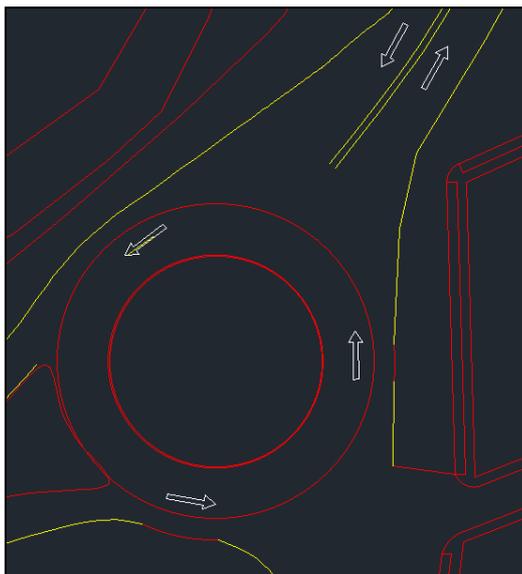


Figura 24. Diseño del óvalo, vista en planta.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el IMDA y ESALS en la salida de la intersección hacia la Av. Ramon Vargas Machuca también será reducido proporcionalmente al volumen vehicular, obteniendo un IMDA de 41761 y un ESALS de 14313405 EE.

4.5 Nivel de servicio con la implementación de un diseño vial.

Para hallar el nivel de servicio, se tuvo que modelar el nuevo diseño geométrico del óvalo en el software synchro 8, tomando en cuenta las nuevas características geométricas y considerando el mismo volumen vehicular que presenta la intersección en el diseño actual, pero asumiendo que el 50% de los vehículos que van desde la entrada de la av. Los Eucaliptos y la entrada de chorrillos hacia la Av. Ramon Vargas Machuca utilizan el nuevo punto de acceso planteado; con todos estos datos se procedió a la simulación (Ver Figura 25) (Ver Anexo 11-2), dando como resultado un flujo vehicular estable, el cual es considerado un nivel de servicio “C” según la presente investigación. (Ver Figura 26)

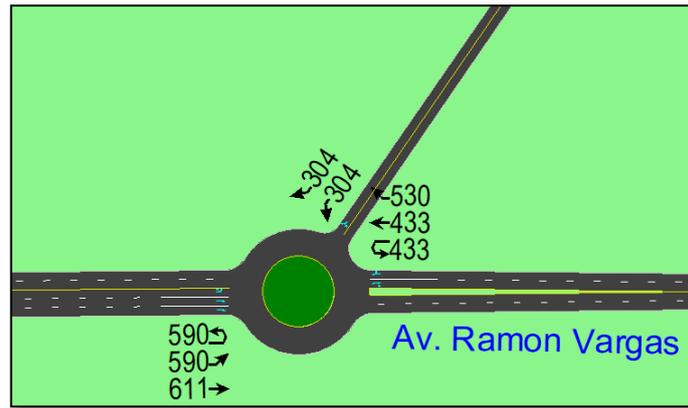


Figura 25. Volúmenes vehiculares por destino del diseño nuevo.

Fuente: Elaboración propia.

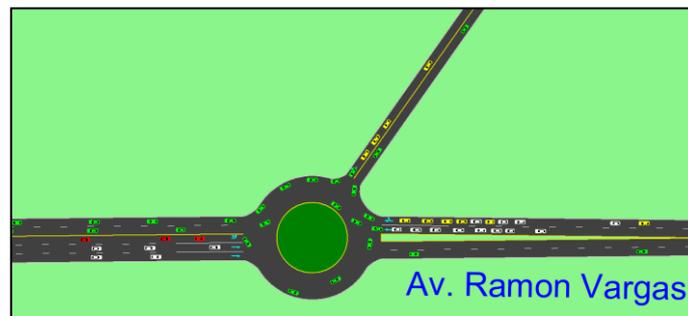


Figura 26. Simulación del flujo vehicular del diseño nuevo.

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Contrastación de hipótesis

Contraste de hipótesis: Diseño vial y características geométricas

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : Las características geométricas no mejoran significativamente con la implementación de un diseño vial.

H_a : Las características geométricas mejoran significativamente con la implementación de un diseño vial.

Las características geométricas de la intersección de la Av. Ramón Vargas Machuca y la Av. Los Eucaliptos se modifican una vez empleado el nuevo diseño de óvalo en dicha intersección, añadiendo un punto de acceso adicional y de vital importancia a la entrada de la Av. Ramón Vargas Machuca, además se hicieron cambios en los anchos de carriles y por lo tanto de las calzadas, para poder agregar

características con las que no cuenta el diseño actual, dando como resultado 3 carriles con un ancho de calzada de 12.00m en la entrada, y 2 carriles con un ancho de calzada de 8.00m en el resto del óvalo; además se agregó un ancho de berma de 1.50m y una cuneta de 0.40m tanto en la entrada, como en la salida de la intersección. Por los motivos expuestos se afirma que las características geométricas mejoran significativamente con la implementación de un diseño vial. (Ver Tabla 13) (Ver Tabla 14)

Tabla 13. Comparación de las características geométricas del diseño vial en la entrada de la Av. Ramón Vargas Machuca.

Características geométricas	Av. Ramon Vargas Machuca (Entrada)	
	Actual	Nuevo
Ancho de calzada	12.90m	12.00m
Ancho de carril	4.30m	4.00m
Ancho de berma	---	1.50m
Ancho de cuneta	---	0.40m
% Zonas de no rebase	---	---
Puntos de acceso	1	2
Pendiente promedio	3.56%	3.56%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Comparación de las características geométricas del diseño vial en la salida de la Av. Ramón Vargas Machuca.

Características geométricas	Av. Ramon Vargas Machuca (Salida)	
	Actual	Nuevo
Ancho de calzada	9.60m	8.00m
Ancho de carril	4.80m	4.00m
Ancho de berma	---	1.50m
Ancho de cuneta	---	0.40m
% Zonas de no rebase	---	---
Puntos de acceso	3	3
Pendiente promedio	3.56%	3.56%

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que las características geométricas mejoran significativamente con la implementación de un diseño vial.

Contraste de hipótesis: Diseño vial y tránsito vehicular

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: El tránsito vehicular no mejora significativamente con la implementación de un diseño vial.

H_a: El tránsito vehicular mejora significativamente con la implementación de un diseño vial.

El tránsito vehicular en la intersección donde se ha implementado el nuevo diseño del óvalo, en cuestión de volumen vehicular se ha considerado reducir el 50% de las entradas de chorrillos y la Av. Los Eucaliptos hacia la salida de la intersección de la Av. Ramon Vargas Machuca, debido a que en el nuevo punto de acceso se considera el otro 50%, lo que nos da como resultado una disminución del 35% del valor actual en la salida de la intersección, dando como resultado una disminución de 2064 vehículos/hora a 1327 vehículos/hora; por consiguiente, el IMDA y el ESALS considerados también se reducirán en un 35%, lo que nos da como resultados una disminución del IMDA de 64954 a 41761 y un ESALS de 22262899 EE a 14313405 EE. Por tal motivo se afirma que el tránsito vehicular mejora significativamente con la implementación de un diseño vial. (Ver Figura 27) (Ver Figura 28) (Ver Figura 29)

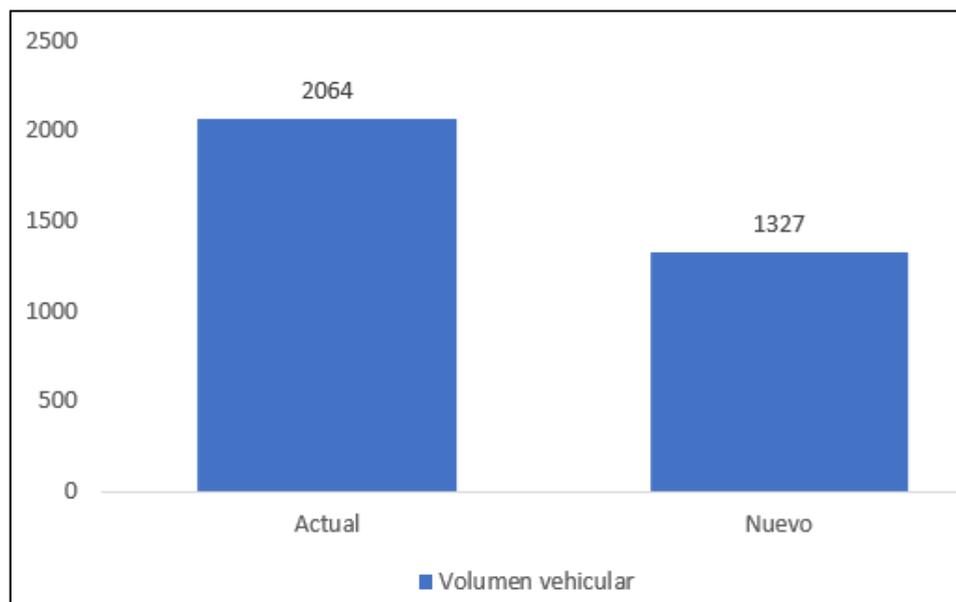


Figura 27. Comparación del volumen vehicular actual y nuevo.

Fuente: Elaboración propia.

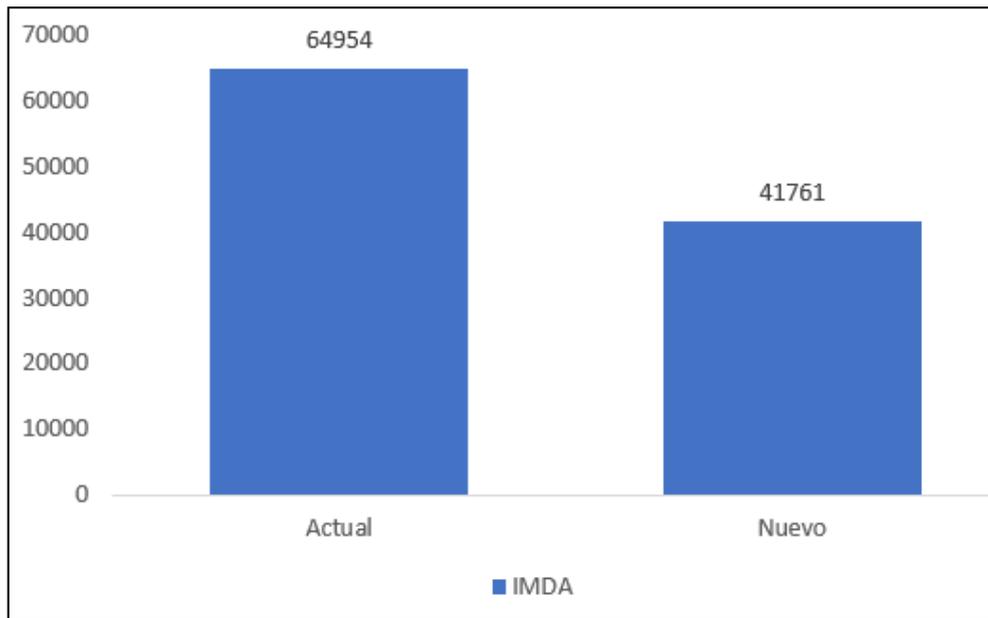


Figura 28. Comparación del IMDA actual y nuevo.

Fuente: Elaboración propia.

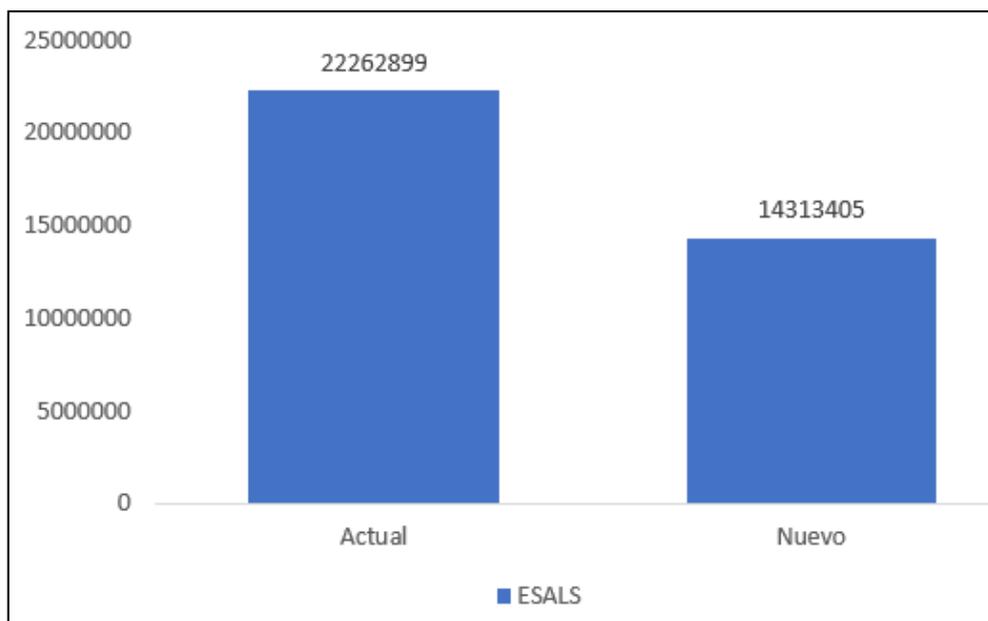


Figura 29. Comparación del ESALS actual y nuevo.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que el tránsito vehicular mejora significativamente con la implementación de un diseño vial.

Contraste de hipótesis: Diseño vial y nivel de servicio

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: El nivel de servicio no mejora significativamente con la implementación de un diseño vial.

H_a: El nivel de servicio mejora significativamente con la implementación de un diseño vial.

El nivel de servicio se obtuvo mediante la simulación del tráfico empleando el software synchro 8, que a su vez emplea la metodología HCM 2010; en la primera modelación se obtuvo un nivel de servicio “F”, que para esta investigación está considerado como la más baja de las categorías; posteriormente se realizó una segunda modelación teniendo en cuenta las modificaciones hechas en el diseño geométrico y sus características, una vez ingresado estos datos, se consideró el mismo volumen vehicular utilizado en la primera modelación, pero estableciendo que solo se va a considerar la mitad del volumen vehicular de las entradas de chorrillos y la Av. Los Eucaliptos, debido a que la otra mitad será considerada en el nuevo punto de acceso planteando en el diseño vial del óvalo, dando como resultado un nivel de servicio “C”. Por los motivos expuestos se afirma que el nivel de servicio mejora significativamente con la implementación de un diseño vial. (Ver Figura 30)

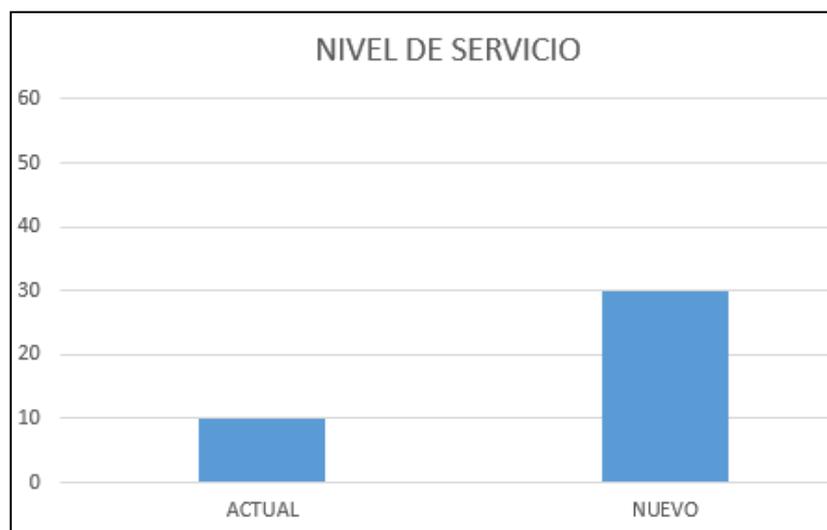


Figura 30. Comparación del nivel de servicio del diseño actual y nuevo.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que el nivel de servicio mejora significativamente con la implementación de un diseño vial.

V. DISCUSIÓN

Parrado M. y García H. (2017) en su investigación “Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá” realizaron un estudio de tránsito donde se observó que el flujo vehicular tiende a una velocidad promedio de 45km/h para la mayor cantidad de vehículos que circulan en la zona, esto fue necesario para poder determinar la propuesta de diseño vial ideal para el sector. La investigación fue realizada en los municipios de Funza y Mosquera. Con los datos obtenidos se procedió a elaborar el diseño geométrico, el cual fue una solución efectiva, si tomamos en cuenta los problemas iniciales de movilidad que presentaba la zona, este diseño ofreció como resultado un flujo vehicular de 100km/h hasta 120km/h, que esta considerado como un nivel de servicio tipo C. Comparándola con la presente investigación ambos diseño geométricos planteados fueron elaborados bajo parámetros que cumplen con las normas establecidas en los manuales de carreteras, tanto como el Manual de Diseño Geométrico de carreteras de INVIAS usado en el antecedente en cuestión, como el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico del MTC. Además, se emplearon softwares similares para determinar el nivel de servicio del diseño vial propuesto, en este caso se uso el software HCS 2000 y en la presente investigación se utilizó el software synchro. Por todo lo anterior, la comparación es muy similar para el diseño geométrico de una carretera y el análisis del nivel de servicio de la misma. Una vez terminado todos los cálculos y realizado las simulaciones correspondientes, se determinó un nivel de servicio tipo C, siendo un procedimiento similar al utilizado en la presente investigación.

Rojas M (2017) en su investigación “Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César Vallejo, tramo cruce con la Av. Separadora industrial hasta el cruce con el cementerio, en el distrito de villa el salvador, provincia de lima, departamento de lima” se realizó una propuesta modificando las características geométricas de la vía en cuestión y un conteo vehicular para hallar el IMDA y a su vez el ESALS necesario para diseñar la estructura del pavimento. La propuesta abarcó 2 tramos de 3120m y 385m de longitud respectivamente, una de las características modificadas es el número de carriles en el tramo II, donde se

aumentó de 2 a 4 carriles y con un ancho de calzada de 14.00m para ambos tramos. El antecedente en mención es a fin a la investigación porque modificó características geométricas para mejorar la transitabilidad, como se plantea también en la investigación actual. Visto sus resultados, en comparación a la investigación presentada ambas aumentaron el número de carriles de 2 a 4 en la zona de estudio, aunque de manera diferente. Por lo expresado con anterioridad se puede afirmar que las características geométricas se modificaron de manera similar en ambas investigaciones. Finalmente, con los datos obtenidos del conteo vehicular y con la ayuda de la metodología AASHTO-93 se determinó la estructura del pavimento; siendo la misma metodología utilizada en la presente investigación.

Yugcha T (2016) en su investigación “Mejoramiento del tránsito vehicular y peatonal con una propuesta de movilidad continua entre la vía Tisaleo-San Diego-Alobamba del cantón Tisaleo provincia de Tungurahua” realizó un estudio de suelos, levantamiento topográfico y conteo vehicular para determinar el diseño geométrico y el diseño de estructura del pavimento. El estudio de suelos determinó un CBR de diseño para la subrasante de 19.2% que se clasifica como una subrasante regular-buena y además con el conteo vehicular se halló un tránsito promedio diario anual (TDPA) proyectado de 1763 vehículos. Con los datos obtenidos se propuso aumentar la calzada y mejorar la estructura del pavimento, que por medio de la metodología AASHTO-93 nos dio como resultados los siguientes espesores: 5cm de carpeta asfáltica, 10cm de base y 25cm de sub-base. En comparación con la presente investigación ambos proponen implementar un nuevo diseño tanto geométrico, como estructural. Además, ambas investigaciones utilizan la misma metodología AASHTO-93 para el diseño de estructura del pavimento. Por lo antes mencionado la comparación es muy similar para encontrar una ideal propuesta del diseño geométrico y estructural del pavimento. Una vez terminado todos los estudios y realizado los cálculos correspondientes se determinó un diseño de pavimento flexible acorde con el tránsito vehicular de la zona; siendo este un factor importante para elaborar un buen diseño y también ha sido considerado en la presente investigación.

Romero B (2018) en su investigación “Análisis del nivel de servicio vehicular y modelamiento en el software synchro traffic 8.0 del Jr. Silva Santisteban de la ciudad de Cajamarca” realizó el aforo vehicular de las intersecciones semaforizadas durante 1 semana, para poder determinar el volumen horario de máxima demanda y a su vez la capacidad y nivel de servicio en cada intersección. La investigación fue realizada en las intersecciones del Jr. Santisteban con el Jr. Guillermo Urrelo, Jr. Romero y la Av. Independencia. Con los datos obtenidos se procedió a calcular los tiempos de demora y el nivel de servicio vehicular de cada intersección y posteriormente se realizó la simulación en el software synchro traffic 8.0, dando como resultado tiempos de demora más elevados en comparación con los del HCM 2010 y además se obtuvo niveles de servicio C, D y C en las intersecciones respectivamente. En contraste con la investigación presentada el antecedente solo describe las características existentes y en la presente investigación se plantea una comparación empleando un nuevo diseño vial. Ambas investigaciones consideran las características geométricas que fueron obtenidas mediante un levantamiento topográfico. Además, el cálculo del nivel de servicio fue desarrollado en ambos casos con la metodología HCM 2010 y el uso del software synchro. Por todo lo anterior, la comparación es muy similar para el análisis del nivel de servicio en una intersección. Habiendo concluido los cálculos y simulaciones se encontró que las intersecciones presentan un nivel de servicio intermedio como lo son el C y D; siendo los mismos indicadores los que se evaluaron en ambas investigaciones.

VI. CONCLUSIONES

Primero. Tras la investigación realizada se concluye que La transitabilidad mejora significativamente con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores – 2021; después de la experimentación se muestra que la transitabilidad mejora significativamente porque se aumentan las características geométricas, se reduce al 35% el tránsito vehicular y aumenta en 3 categorías el nivel de servicio del tramo en estudio. Se puede decir que los indicadores que evalúan la transitabilidad mejoran significativamente con la implementación de un diseño vial.

Segundo. Las características geométricas del diseño vial se evaluaron mediante los indicadores de ancho de calzada, ancho de carril, ancho de berma, ancho de cuneta, zonas de no rebase, puntos de acceso y pendiente. En el diseño actual, no se cuenta con bermas, ni cunetas; es por eso que se planteó en el nuevo diseño una reducción del ancho de calzada actual, manteniendo el mismo número de carriles, el ancho de carril establecido fue de 4.00m, lo que permitió contar con un ancho de berma de 1.50m y ancho de cuneta de 0.40m. Por otro lado, se añadió un nuevo punto de acceso después de la intersección de la Av. Ramón Vargas Machuca con la Av. Los Eucaliptos, el cual cuenta con 2 carriles. Por lo tanto, las características geométricas mejoran significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores-2021.

Tercero. El tránsito vehicular de la zona en estudio se evaluó mediante los indicadores del volumen vehicular, índice medio diario anual (IMDA) y número de ejes equivalentes (ESALS). En el diseño vial de gota de agua se determinó un volumen vehicular de 2064 vehículos/hora para el tramo después de la intersección de la Av. Ramón Vargas Machuca con la Av. Los Eucaliptos; para el nuevo diseño vial de un óvalo se ha considerado 1327 vehículos/hora, que es un 65% del valor obtenido debido a que en

el nuevo diseño se añade un punto de acceso hacia la izquierda, que cuenta con 2 carriles, por lo que la distribución de vehículos ha sido repartida de manera equitativa desde las dos entradas hacia estas salidas, esto también dio como resultado la reducción del 35% para el IMDA y ESALS, dando como resultados 41761 y 14313405 EE respectivamente. Por lo tanto, el tránsito vehicular mejora significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores-2021.

Cuarto. El nivel de servicio se evaluó mediante la simulación en el software synchro 8, el cual emplea la metodología HCM 2010. Las características geométricas y el volumen vehicular del diseño actual obtenidos en la presente investigación se emplearon para la modelación del tráfico en el software, dando como resultados un nivel de servicio “F”; por otro lado, una segunda modelación empleando el nuevo diseño vial del óvalo propuesto, con las modificaciones de las características geométricas y manteniendo el volumen vehicular que presenta la vía actualmente, pero distribuyendo equitativamente con el nuevo punto de acceso, se determinó un nivel de servicio “C”. Por lo tanto, el nivel de servicio mejora significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores-2021.

VII. RECOMENDACIONES

- Primero.** Disminuir el ancho de calzada de ciertos diseños actuales, para poder obtener más características geométricas que beneficien al diseño vial, en la presente investigación se experimentó reduciendo el ancho de cada carril a 4.00m, para poder obtener un ancho de berma de 1.50m y un ancho de cuneta de 0.40m. Además, para optimizar mejor el tránsito vehicular se optó por modificar el diseño vial de gota de agua por un óvalo, añadiendo 1 punto de acceso adicional a la Av. Ramón Vargas Machuca justo después de intersecarse con la Av. Los Eucaliptos, dicho punto de acceso cuenta con 2 carriles, con un ancho de carril de 4.00m y un ancho de berma de 1.50m.
- Segundo.** Implementar diseños viales que permitan tener más puntos de accesos, para poder reducir el tránsito vehicular ocasionado por la falta de los mismos, en la presente investigación se aumentó un punto de acceso de 2 carriles justo después de la intersección de las avenidas en cuestión, con esto se pudo reducir el volumen vehicular del diseño actual de 2064 vehículos/hora en un 35%, obteniendo un volumen vehicular de 1327 vehículos/hora, además debido a que se redujo el volumen vehicular el IMDA y ESALS también se redujeron en un 35%, dando como resultado un IMDA de 41761 y un ESALS de 14313405 EE.
- Tercero.** Plasmar los diseños viales planteados en un software de modelamiento de tráfico vehicular, para obtener el nivel de servicio de la vía o intersección y verificar que el diseño ofrecido para la zona en cuestión sea el adecuado. En la presente investigación se empleó el software synchro 8 para modelar los 2 diseño viales de la intersección de la Av. Ramon Vargas Machuca y la Av. Los Eucaliptos, tanto el diseño actual de gota de agua, como el diseño planteado en la investigación de un óvalo; los resultados obtenidos después del modelamiento fueron que el diseño actual presenta un flujo forzado o nivel de servicio "F" y el diseño actual un flujo estable o nivel de servicio "C".

REFERENCIAS

1. ROMERO, Máximo. *Análisis del nivel de servicio vehicular y modelamiento en el software Synchro Traffic 8.0. del Jr. Silva Santisteban de la ciudad de Cajamarca*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. [Consultado 20 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2627>
2. ROJAS, Faustino. *Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César vallejo, tramo cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con el cementerio, en el distrito de Villa el Salvador, provincia de Lima, departamento de Lima*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Nacional Federico Villareal, 2017 [Consultado 20 abril 2021].
3. RÍOS, Esteban. *Modelación del tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con Infracworks y Synchro 8*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad de Piura, 2018. [Consultado 20 abril 2021]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3513/IC1_257.pdf?sequence=1&isAllowed=y
4. RODRIGUEZ, José. *Estudio y diseño del sistema vial de la Comuna San Vicente de Cucupuro de la parroquia rural en el quinche del distrito metropolitano de Quito, provincia de Pichincha*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Internacional del Ecuador, 2015. [Consultado 20 abril 2021].
5. SUAREZ, Clara & VERA, Ailtonjhon. *Estudio y diseño de la vía El Salado – Manantial de Guangala del cantón Santa Elena*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015 [Consultado 28 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2273/1/UPSE-TIC-2015-010.pdf>

6. YUGCHA, Carlos. *Mejoramiento del tránsito vehicular y peatonal con una propuesta de movilidad continua entre la vía Tisaleo – San Diego – Alobamba del cantón Tisaleo provincia de Tungurahua*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Técnica de Ambato, 2016. [Consultado 20 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24445>
7. RODRIGUEZ, Juan; TORRES, Jennifer & TORRES, Jhonatan. *Propuesta de diseño del tramo vial “Agua de Dios Nilo”, desde k0+650 hasta k5+300, que comunica los municipios de Agua de Dios con Nilo, en el departamento de Cundinamarca*. [en línea]. Artículo Científico. Corporación universitaria Minuto de Dios Facultad de Ingeniería, 2018. [Consultado 20 abril 2021]. Disponible en: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/7182/T.IC_Rodriguez_Londo%C3%B1oJuanDavid_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. PARRADO, Fabian & GARCIA, Andres. *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogota*. [en línea]. Artículo Científico. Universidad Católica de Colombia, 2017. [Consultado 20 abril 2021].
9. Patran & Girón. *Diseño geométrico vial con pasos a desnivel de la inter-sección autopista sur carrera 63 Bogotá Colombia*. [en línea]. Artículo Científico. [Consultado 25 abril 2021].
10. AYAT, Maher. *Pavement and Alignment design of a new rural road in the province of Bologna*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad de Bologna.2013. [Consultado 25 abril 2021].
11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Lima, Perú. 2018. Pág. 56. [en línea]. [Consultado 15 mayo 2021].
12. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Lima, Perú. 2018. Pág. 124. [en línea]. [Consultado 15 mayo 2021].

13. Navarro, S. *Manual de topografía – Planimetría*. [en línea]. 2008. Pág. 9. [en línea]. [Consultado 25 abril 2021]. Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf>
14. Navarro, S. *Manual de topografía – Planimetría*. [en línea]. 2008. Pág. 10 [Consultado 25 abril 2021]. Disponible en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf>
15. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú 2016. Pág. 44. [en línea]. [Consultado 05 mayo 2021].
16. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú 2016. Pág. 49. [en línea]. [Consultado 05 mayo 2021].
17. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú 2016. Pág. 248. [en línea]. [Consultado 10 mayo 2021].
18. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de inventarios viales*. Lima, Perú 2013. [en línea]. [Consultado 15 mayo 2021].
19. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras Conservación Vial*. Lima, Perú. 2013. [en línea]. [Consultado 10 mayo 2021].
20. CORILLA, Carmen. *Propuesta de mejora del nivel de servicio del tránsito vehicular en la Av. Huancavelica – tramo Av. 13 de Noviembre y Paseo La Breña en la ciudad de Huancayo*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Continental, 2018. [Consultado 15 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5035>
21. Instituto Nacional de vías. *Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles*. Bogotá, Colombia 2020. [en línea]. [Consultado 10 junio 2021]. Disponible en: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y->

[documentos/documentos-tecnicos/11026-manual-de-capacidad-y-niveles-de-servicio-para-carreteras-de-dos-carriles-2020/file](#)

22. GARCÍA, Thayra. *Capacidades y Niveles de Servicio*. [en línea]. [Consultado 05 junio 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/thayragarcia/capacidad-y-niveles-de-servicio>
23. Metodología de la investigación. 2013. [en línea]. [Consultado 05 junio 2021]
24. Investigación aplicada. Pág. 159. [en línea]. [Consultado 05 junio 2021]
25. VALDERRAMA, Santiago & GUILLEN, Oscar. *Guía para la elaborar la tesis universitaria*. [en línea]. [Consultado 05 junio 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/santiagorodriguez102/guia-para-el-alaborar-una-tesis-universitaria-santiago-valderrama>
26. GORJON, Francisco y otros. *Metodología para investigadores de alto impacto en las ciencias sociales y jurídicas*. [en línea]. [Consultado 05 junio 2021]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=Cg3dBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA137&dq=muestreo+no+probabil%C3%ADstico+cuantitativo&ots=vDTu6hWLG0&sig=ZII2T2Ep6ubzxeWKSly2Lkr0_A#v=onepage&q=muestreo%20no%20probabil%C3%ADstico%20cuantitativo&f=false
27. HERNANDEZ, Roberto y otros. *Metodología de la investigación*. [en línea]. [Consultado 05 junio 2021]. Disponible en: <http://www.pucesi.edu.ec/webs/wp-content/uploads/2018/03/Hern%C3%A1ndez-Sampieri-R.-Fern%C3%A1ndez-Collado-C.-y-Baptista-Lucio-P.-2003.-Metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n.-M%C3%A9xico-McGraw-Hill-PDF.-Descarga-en-l%C3%ADnea.pdf>
28. Técnicas de recolección de datos para realizar un trabajo de investigación. [en línea]. [Consultado 05 junio 2021]. Disponible en: <https://online->

tesis.com/tecnicas-de-recoleccion-de-datos-para-realizar-un-trabajo-de-investigacion/#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20recolecti%C3%B3n%20de,un%20car%C3%A1cter%20pr%C3%A1ctico%20y%20operativo.

29. CHAVEZ, Nilda. *Introducción a la investigación educativa*. [en línea]. Artículo científico. [Consultado 10 junio 2021]. Disponible en: <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=4556>
30. LOPEZ, Raúl y otros. *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas*. [en línea]. Artículo de opinión [Consultado 10 junio 2021]. Disponible en: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390/331>
31. OLIVERO, Félix. *Modulo Estadística – Capítulo 3: Confiabilidad y validez de los instrumentos*. [en línea]. [Consultado 10 junio 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ug-dipa/capitulo-3-confiabilidad-y-validez-de-los-instrumentos>
32. Técnicas de Investigación educativa g38. *Análisis de datos*. [en línea]. [Consultado 10 junio 2021]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/tecnicasdeinvestigaciond38/metodos-estadisticos/1-1-analisis-de-datos>
33. ALBINO, Yoshiro & CISNEROS, Gerson. *Diagnóstico de la transitabilidad vial y propuesta del diseño estructural del pavimento en las calles 5 y 9 del centro poblado alto Trujillo – Trujillo – La Libertad*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. [Consultado 30 mayo 2021].
34. ALEMAN, Henry; JUAREZ, Francisco & NERIO, Josué. *Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final col. quezaltepeque-cantón victoria, santa tecla, la libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad de El Salvador, 2015 [Consultado 28 mayo 2021]. Disponible en:

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7856/1/Tesis%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20de%20Camino%20Vecinal%20Monta%C3%B1oso.pdf>

35. ALEJOS, Milton & CACERES, Julio. *Alternativas para la transitabilidad al anexo Huacorral del distrito de Guadalupito – Virú – La Libertad*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad Nacional del Santa, 2016 [Consultado 18 mayo 2021].
36. CONTRERAS, Fernando. *Diseño de la vía de acceso Vichka – Huayra para mejorar la transitabilidad en el distrito de Tupe – Yauyos – Lima*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad de San Martín de Porres, 2018 [Consultado 28 mayo 2021]. Disponible en: http://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4239/contreras_rfs.pdf?sequence=1
37. MACÍAS, Michael. *Diseño de pavimento rígido para la vía baba- la estrella cantón baba provincia de los ríos*. [en línea]. Tesis titulada. Universidad de Guayaquil, 2011. [Consultado 25 mayo 2021].
38. MANAYAY, Lenin & MUDARRA, Robert. *Estudio de transitabilidad vial en la avenida Aeropuerto distrito de Huanchaco, Trujillo – La Libertad, aplicando la metodología AASHTO 93*. [en línea]. Tesis Titulada. Universidad Privada Antenor Orrego, 2018 [Consultado 20 mayo 2021].
39. MAMANI, Ever & CHURA, Oliver. *Diseño de intercambio vial a desnivel en las intersecciones de la carretera Panamericana Sur y la Avenida El Estudiante de la ciudad de Puno*. [en línea]. Tesis Titulada. Universidad Nacional del Altiplano, 2016. [Consultado 15 mayo 2021]. Disponible en: repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3791/Mamani_Apaza_Ever_Chura_Delgado_Oliver.pdf?sequence=1&isAllowed=y
40. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima, Perú 2015.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: ANÁLISIS DE TRANSITABILIDAD CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO VIAL Y EL USO DEL SOFTWARE SYNCHRO, SAN JUAN DE MIRAFLORES – 2021

AUTOR: LLERENA MALCA MARIO JAVIER

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Variable independiente: Diseño vial	El diseño vial son las características planteadas para la vía, las cuales puedan beneficiar a los usuarios de las mismas, esto es elaborado a partir de estudios, los cuales nos permiten elaborar el diseño geométrico para la zona en cuestión.	Para elaborar un adecuado diseño vial se tiene que realizar estudio de suelos, estudio topográfico, entre otros, los cuales sirven para elaborar el diseño geométrico que podemos haber planteado con anterioridad, estos estudios nos darán las pautas para adaptar nuestra idea a la zona prevista.	Diseño geométrico	Vista en planta Perfil longitudinal Sección Transversal	RAZON	Tipo de Investigación: Aplicada
			Estudio Topográfico	Levantamiento Planimétrico Levantamiento Altimétrico	RAZON	Nivel de Investigación: Explicativa
			Estudio de suelos	Análisis Granulométrico Límites de consistencia Ensayos de sales solubles Proctor Modificado CBR	RAZON	Enfoque: Cuantitativo
Variable dependiente: Transitabilidad	Se define a la transitabilidad como el nivel de servicio que puede asegurar un estado tal de la misma que pueda permitir un flujo vehicular regular en un periodo determinado.	El proceso para poder determinar las características de la transitabilidad es parte fundamental para el análisis y diseño del pavimento.	Características geométricas	Ancho de calzada Ancho de carril Ancho de berma Ancho de cuneta Zonas de no rebase Puntos de acceso Pendiente	RAZON	Diseño de investigación: Experimental - Cuasiexperimental
			Tránsito vehicular	Volumen vehicular IMDA Número de ejes equivalentes (ESALS)	RAZON	Población: Todas las intersecciones de las avenidas o calles que conforman el distrito de San Juan de Miraflores.
			Nivel de servicio	Velocidad media recorrida (VMR)	RAZON	Muestreo: Tipo no probabilístico intencional.
						Muestra: Las Avenidas Ramón Vargas Machuca y Los Eucaliptos, donde estas se intersecan en un diseño vial de gota de agua.
						Técnica: Observación directa y observación experimental.

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: ANÁLISIS DE TRANSITABILIDAD CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO VIAL Y EL USO DEL SOFTWARE SYNCHRO, SAN JUAN DE MIRAFLORES – 2021

AUTOR: LLERENA MALCA MARIO JAVIER

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>General:</p> <p>¿En cuánto mejora la transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021?</p> <p>Específicos:</p> <p>¿En cuánto mejoran las características geométricas con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021?</p> <p>¿En cuánto mejora el tránsito vehicular con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021?</p> <p>¿En cuánto mejora el nivel de servicio con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021?</p>	<p>General:</p> <p>Analizar la transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.</p> <p>Específicos:</p> <p>Determinar las características geométricas con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.</p> <p>Determinar el tránsito vehicular con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.</p> <p>Determinar el nivel de servicio con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.</p>	<p>General:</p> <p>La transitabilidad mejora significativamente con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.</p> <p>Específicos:</p> <p>Las características geométricas mejoran significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.</p> <p>El tránsito vehicular mejora significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.</p> <p>El nivel de servicio mejora significativamente con la implementación de un diseño vial en el sector de Alipio Ponce, San Juan de Miraflores - 2021.</p>	INDEPENDIENTE	Diseño vial	Diseño geométrico	Vista en planta Perfil longitudinal Sección transversal	Ficha de recolección de datos Manual de carreteras: Diseño Geométrico Diseño Método AASHTO
Estudio Topográfico	Levantamiento Planimétrico Levantamiento Altimétrico	Ficha de recolección de datos					
Estudio de suelos	Análisis Granulométrico Límites de consistencia Ensayos de sales solubles Proctor Modificado CBR	Fichas de resultados de laboratorio.					
			DEPENDIENTE	Transitabilidad	Características geométricas	Ancho de calzada Ancho de carril Ancho de berma Ancho de cuneta Zonas de no rebase Puntos de acceso Pendiente	Fichas de recolección de datos
					Tránsito vehicular	Volumen vehicular IMDA Número de ejes equivalentes (ESALS)	Fichas de recolección de datos
					Nivel de servicio	Velocidad media recorrida (VMR)	Fichas de recolección de datos Software Synchro

ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Ficha de recolección de datos: Diseño geométrico

"Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021"

Fecha:

Numero de ficha:

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Distrito: Localidad:

Parte B: Resumen del diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.

Resumen del diseño geométrico	
Tramo	
Tipo de terreno	
V-D	
Dist. De visibilidad de parada	
Radio Mín.	
Radio Máx.	
Pendiente Mín.	
Pendiente Máx.	
Derecho de la vía	
Ancho de carril	
Ancho de berma	
Sección transversal	
Bombeo	
Peralte Máx.	
Talud de corte (h:v)	
Talud de relleno (v:h)	
Cunetas	

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Tupia Cordova Carlos Alberto

Especialista: Metodólogo | | Temático

Grado: Maestro Doctor | |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 67848

CONSORCIO AGUA SCM

 CARLOS TUPIA CORDOVA
 Ing. Esp. en Mecánica de Suelos
 Firma y Sello



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Ficha de recolección de datos: Estudio Topográfico

"Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021"

Fecha:

Numero de ficha:

Parte A: Cálculo de puntos de intersección vertical

PIV	ABS	COTA	%	ΔX	ΔY	DIST. MÁXIMA POR %	PENDIENTE MÁX. (%)	PARAMETRO
INI								
1								
2								
3								
4								
5								
FIN								

Parte B: Cálculo de longitudes de las curvas verticales

PIV	ABS	COTA	%	ΔX	ΔY	TIPO DE CURVA	DIF. ALGEBRAICA DE PEND.	LCV (min)	LCV
INI									
1									
2									
3									
4									
5									
FIN									

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Tupia Cordova Carlos Alberto

Especialista: Metodólogo | | Temático

Grado: Maestro Doctor | |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 67848

CONSORCIO AGUA SCM

 CARLOS TUPIA CORDOVA
 Ing. Esp. en Mecánica de Suelos
 Firma y Sello

Ficha de recolección de datos: Tránsito vehicular y características geométricas.

Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Tipo de vehículos	Tránsito vehicular / día							T. Sem	IMDa	Fc	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Auto											
Camioneta Pick up y C.R.											
Micro											
Bus 2E											
Bus 3E											
Camión 2E											
Camión 3E											
Camión 4E											
Semirreyer 2e3											
Semirreyer 3e1/3e2											
Semirreyer >=3e3											
Trayler 2T2											
Trayler 2T3											
Trayler 3T2											
Trayler 3T3											
Total											

Parte B: Ejes equivalentes (ESALS)

Tipo de vehículos	IMDa	EE (8.2tn) FLEXIBLE	Fca	Fd	Fc	ESALS
Auto						
Camioneta Pick up y C.R.						
Micro						
Bus 2E						
Bus 3E						
Camión 2E						
Camión 3E						
Camión 4E						
Semirreyer 2e3						
Semirreyer 3e1/3e2						
Semirreyer >=3e3						
Trayler 2T2						
Trayler 2T3						
Trayler 3T2						
Trayler 3T3						
Total		ESAL				

Parte C: Características geométricas

Características geométricas	Avenida
Ancho de calzada	
Ancho de carril	
Ancho de berma	
Ancho de cuneta	
% Zonas de no rebase	
Puntos de acceso	
Pendiente promedio	

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Tupia Cordova Carlos Alberto

Especialista: Metodólogo | | Temático |

Grado: Maestro | Doctor |

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 67848

CONSORCIO AGUA SCM

CARLOS TUPIA CORDOVA
 Ing. EN INGENIERIA CIVIL
 Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Capacidades y niveles de servicio

Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Cálculo de la capacidad (C60 y C5)

FPE X (TABLA 1)	Fd X (TABLA 2)	Fcb X (TABLA 3)	Fp X (TABLA 4)	Cl = (veh/h)	Cso (veh/h)	C60 X (veh/h)	FPH = (TABLA 5)	C5 (veh/h)

Q /	C60 =	Q / C60	Q /	C5 =	Q / C5

Parte B: Cálculo del nivel de servicio

V1 X (TABLA 6)	Fu = (TABLA 7)	V1 (km/h)	Fsr X (TABLA 8)	Fcb X (TABLA 9)	V1 = (km/h)	V2 (km/h)

Fp1 X (TABLA 10)	Fp2 = (TABLA 11)	Fp X	V2 =	V3 (2) (km/h)	Vc (km/h) (TABLA 12)

COMPARAR

Si fp > 1.00 hacer fp = 1.00

Si v3 <= Vc, V = V3 (DE (2))	V (DE (2) ó (3))	NIVEL DE SERVICIO (TABLA 13)
Si V3 > Vc, CALCULAR V CON LA HOJA DE TRABAJO No. 2 (3)		

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Tupia Cordova Carlos Alberto

Especialista: Metodólogo | | Temático |

Grado: Maestro | | Doctor |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 67848

CONSORCIO AGUA SCM

CARLOS TUPIA CORDOVA
Ing. Especialista en Saneamiento
Firma y Sello

"Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021"

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Distrito: Localidad:

Parte B: Resumen del diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.

Resumen del diseño geométrico	
Tramo	
Tipo de terreno	
V-D	
Dist. De visibilidad de parada	
Radio Mín.	
Radio Máx.	
Pendiente Mín.	
Pendiente Máx.	
Derecho de la vía	
Ancho de carril	
Ancho de berma	
Sección transversal	
Bombeo	
Peralte Máx.	
Talud de corte (h:v)	
Talud de relleno (v:h)	
Cunetas	

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Llamoca Juarez Juan Ruben

Especialista: Metodólogo | | Temático |

Grado: Maestro | | Doctor | |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 58621


JUAN RUBEN LLAMOCA JUAREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 58621

Firma y Sello

"Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021"

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Cálculo de puntos de intersección vertical

PIV	ABS	COTA	%	ΔX	ΔY	DIST. MAXIMA POR %	PENDIENTE MAX. (%)	PARAMETRO
INI								
1								
2								
3								
4								
5								
FIN								

Parte B: Cálculo de longitudes de las curvas verticales

PIV	ABS	COTA	%	ΔX	ΔY	TIPO DE CURVA	DIF. ALGEBRAICA DE PEND.	LCV (min)	LCV
INI									
1									
2									
3									
4									
5									
FIN									

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Llamoca Juarez Juan Ruben

Especialista: Metodólogo | | Temático |

Grado: Maestro | | Doctor | |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 58621


JUAN RUBEN LLAMOCA JUAREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 58621

Firma y Sello

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Tránsito vehicular y características geométricas.

Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Tipo de vehículos	Tránsito vehicular / día							T. Sem	IMDA	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Auto											
Camioneta Pick up y C.R.											
Micro											
Bus 2E											
Bus 3E											
Camión 2E											
Camión 3E											
Camión 4E											
Semitrailer 2x3											
Semitrailer 3x1/3x2											
Semitrailer >=3x3											
Trayler 2T2											
Trayler 2T3											
Trayler 3T2											
Trayler 3T3											
Total											

Parte B: Ejes equivalentes (ESALS)

Tipo de vehículos	IMDa	EE (8.2tn) FLEXIBLE	Fca	Fd	Fc	ESALS
Auto						
Camioneta Pick up y C.R.						
Micro						
Bus 2E						
Bus 3E						
Camión 2E						
Camión 3E						
Camión 4E						
Semitrailer 2x3						
Semitrailer 3x1/3x2						
Semitrailer >=3x3						
Trayler 2T2						
Trayler 2T3						
Trayler 3T2						
Trayler 3T3						
ESAL						

Parte C: Características geométricas

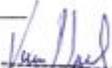
Características geométricas	Avenida
Ancho de calzada	
Ancho de camil	
Ancho de berma	
Ancho de cuneta	
% Zonas de no rebase	
Puntos de acceso	
Pendiente promedio	

 Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Llamoca Juarez Juan Ruben

Especialista: Metodólogo | | Temático [X]

Grado: Maestro | | Doctor | |

 Título profesional: Ingeniero Civil

 N° de registro CIP: 58621

JUAN RUBEN LLAMOCA JUAREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 58621

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Capacidades y niveles de servicio

Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Cálculo de la capacidad (C60 y C5)

Fpe X (TABLA 1)	Fd X (TABLA 2)	Fcb X (TABLA 3)	Fp X (TABLA 4)	Cl = (veh/h)	C60 (veh/h)	C60 X (veh/h)	FPH = (TABLA 5)	C5 (veh/h)

Q /	C60 =	Q / C60	Q /	C5 =	Q / C5

Parte B: Cálculo del nivel de servicio

V1 X (TABLA 6)	Fu = (TABLA 7)	V1 (km/h)	Fsr X (TABLA 8)	Fcb X (TABLA 9)	V1 = (km/h)	V2 (km/h)

Fp1 X (TABLA 10)	Fp2 = (TABLA 11)	Fp X	V2 =	V3 (2) (km/h)	Vc (km/h) (TABLA 12)

COMPARAR

Si fp > 1.00 hacer fp = 1.00

Si v3 < Vc, V = V3 (DE (2))	V (DE (2) ó (3))	NIVEL DE SERVICIO (TABLA 13)
Si V3 > Vc, CALCULAR V CON LA HOJA DE TRABAJO No. 2 (3)		

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Umapaca Juarez Juan Riben

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 58621

Juan Riben Umapaca Juarez
 JUAN RUBEN UMAPACA JUAREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 58621

Firma y Sello

"Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021"

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Distrito: Localidad:

Parte B: Resumen del diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.

Resumen del diseño geométrico	
Tramo	
Tipo de terreno	
V-D	
Dist. De visibilidad de parada	
Radio Mín.	
Radio Máx.	
Pendiente Mín.	
Pendiente Máx.	
Derecho de la vía	
Ancho de carril	
Ancho de berma	
Sección transversal	
Bombeo	
Peralte Máx.	
Talud de corte (h:v)	
Talud de relleno (v:h)	
Cunetas	

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Amoros Castañeda Enrique Augusto

Especialista: Metodólogo | | Temático |

Grado: Maestro | | Doctor | |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 36665

CONSORCIO AGUA SCM

 ENRIQUE AMOROS CASTAÑEDA
 INGENIERO CIVIL
 FIRMA Y SELLO

"Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021"

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Cálculo de puntos de intersección vertical

PIV	ABS	COTA	%	ΔX	ΔY	DIST. MÁXIMA POR %	PENDIENTE MÁX. (%)	PARAMETRO
INI								
1								
2								
3								
4								
5								
FIN								

Parte B: Cálculo de longitudes de las curvas verticales

PIV	ABS	COTA	%	ΔX	ΔY	TIPO DE CURVA	DIF. ALGEBRAICA DE PEND.	LCV (min)	LCV
INI									
1									
2									
3									
4									
5									
FIN									

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Amoros Castañeda Enrique Augusto

Especialista: Metodólogo | | Temático |

Grado: Maestro | | Doctor | |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 36665

CONSORCIO AGUA SCM

 ENRIQUE AMOROS CASTAÑEDA
 INGENIERO CIVIL
 FIRMA Y SELLO

Ficha de recolección de datos: Tránsito vehicular y características geométricas.

"Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021"

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Tipo de vehículos	Tránsito vehicular / día										
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	T. Sem	IMDa	FC	IMDa
Auto											
Camioneta Pick up y C.R.											
Micro											
Bus 2E											
Bus 3E											
Camión 2E											
Camión 3E											
Camión 4E											
Semitrailer 2s3											
Semitrailer 3s1/3s2											
Semitrailer >=3s3											
Trayler 2T2											
Trayler 2T3											
Trayler 3T2											
Trayler 3T3											
Total											

Parte B: Ejes equivalentes (ESALS)

Tipo de vehículos	IMDa	EE (8.2tn) FLEXIBLE	Fca	Fd	Fc	ESALS
Auto						
Camioneta Pick up y C.R.						
Micro						
Bus 2E						
Bus 3E						
Camión 2E						
Camión 3E						
Camión 4E						
Semitrailer 2s3						
Semitrailer 3s1/3s2						
Semitrailer >=3s3						
Trayler 2T2						
Trayler 2T3						
Trayler 3T2						
Trayler 3T3						
Total		ESAL				

Parte C: Características geométricas

Características geométricas	Avenida
Ancho de calzada	
Ancho de carril	
Ancho de berna	
Ancho de cuneta	
% Zonas de no rebase	
Puntos de acceso	
Pendiente promedio	

 Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Amparo Castañeda Enrique Augusto

 Especialista: Metodólogo | | Temático |

Grado: Maestro | | Doctor | |

 Título profesional: Ingeniero Civil

 N° de registro CIP: 36665

 CONSORCIO AGUA SCM

 DIRECTOR GENERAL
 Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Capacidades y niveles de servicio

Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores – 2021

Fecha:.....

Numero de ficha:.....

Parte A: Cálculo de la capacidad (C60 y C5)

F _{pe} X (TABLA 1)	F _d X (TABLA 2)	F _{cb} X (TABLA 3)	F _p X (TABLA 4)	C _i = (veh/h)	C _ω (veh/h)	C ₆₀ X (veh/h)	FPH = (TABLA 5)	C ₅ (veh/h)

Q /	C ₆₀ =	Q / C ₆₀	Q /	C ₅ =	Q / C ₅

Parte B: Cálculo del nivel de servicio

V ₁ X (TABLA 6)	F _u = (TABLA 7)	V ₁ (km/h)	F _{sr} X (TABLA 8)	F _{cb} X (TABLA 9)	V ₁ = (km/h)	V ₂ (km/h)

F _{p1} X (TABLA 10)	F _{p2} = (TABLA 11)	F _p X	V ₂ =	V ₃ (2) (km/h)	V _c (km/h) (TABLA 12)

COMPARAR

Si fp > 1.00 hacer fp = 1.00

Si v ₃ <= V _c , V = V ₃ [DE (2)]	V (DE (2) ó (3))	NIVEL DE SERVICIO (TABLA 13)
Si V ₃ > V _c , CALCULAR V CON LA HOJA DE TRABAJO No. 2 (3)		

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Amoros Castañeda Enrique Augusto.

Especialista: Metodólogo | | Temático

Grado: Maestro | | Doctor | |

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 36665

CONSORCIO AGUA SCM

Enrique Augusto Amoros Castañeda

ENRIQUE AUGUSTO AMOROS CASTANEDA
ING. PRESIDENTE

Firma y Sello

ANEXO 4: VALIDEZ POR JUICIO DE EXPERTOS

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): No

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Tupia Cordova Carlos Alberto

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 67848

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CONSORCIO AGUA SCM

CARLOS TUPIA CORDOVA
Ing. Especialista en Ingeniería de Suelo
Firma y Sello

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	X		
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total			14	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Llamoca Juárez Juan Rubén

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 58621

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 JUAN RUBÉN LLAMOCA JUÁREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 58621
 Firma y Sello

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): No

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Amoros Castañeda Enrique Augusto

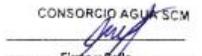
Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 36665

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CONSORCIO AGUA SCM

 Firma y Sello
 ENRIQUE AMOROS CASTAÑEDA
 ING. RESIDENTE

ASPECTOS A CONSIDERAR		OBSERVADORES					
		1	2	3			
OBSERVACIONES	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	1	1	1		
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	1	1	1		
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?	1	1	1		
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	1	1	1		
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instru	1	1	1		
	6	¿El número de indicadores es adecuado?	1	1	1		
	7	No existe ambigüedad en los indicadores	1	1	1		
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	1	1	1		
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	1	1	1		
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	1	1	1		
	11	¿Los indicadores son medibles?	1	1	1		
	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	1	0	1		
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	1	1	1		
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?	1	1	1		
	15	No es necesario considerar otros campos	1	1	1		

44

CATEGORIAS:	
DE ACUERDO	1
EN DESACUERDO	0

Página 1

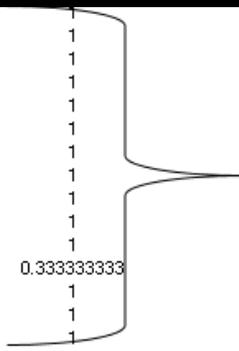
Notaciones:
 J: Número de observadores
 X_{ij}: Número de observadores que clasifican la observación "i" en la categoría "k"
 Para determinar el valor observado:

Se la matriz

X _{ik} =	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	2	1	2	0	0.1	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
	3	0	6	0	0.3	6
					4.3	90
						45

Reemplazando los valores en la formula:
$$P_o = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)}$$

A partir de la matriz X_{ik} se obtienen los siguientes valores:



Valores que se reemplazaran en la formula:

$$\sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)}$$

$$\sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)} = 14.33333333$$

$$N_c = 15$$

$P_e = 0.96$

Para determinar el valor esperado:

Reemplazando los valores de $P_j(k)$ en la formula $P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k)$

$P_1(1)$	$P_2(1)$	$P_3(1)$	$P_4(1)$	$P_5(1)$
1	0.933333	1	0	0.000000000
$P_1(2)$	$P_2(2)$	$P_3(2)$	$P_4(2)$	$P_5(2)$
0	0.066667	0	1	1

$$\sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) = 4 \quad 0.323077$$

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) = 0.323076923$$

$P_e = 0.64459$

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 0.874948807$$

ANEXO 5: NORMATIVA

NORMA E.050 - SUELOS Y CIMENTACIONES:

El objeto de esta norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

NORMA NTP 339.162 (ASTM D-420) - SUELOS. Guía estándar para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción:

Esta norma técnica establece métodos mediante los cuales se pueden determinar las condiciones del suelo, roca y agua subterránea. El objetivo de la investigación debería ser la identificación y ubicación, tanto horizontal como verticalmente de tipos de suelo y roca significativos y condiciones de agua subterránea presentes dentro de un área dada y para establecer las características de los materiales subsuperficiales por muestreo o ensayos in situ, o ambos.

NORMA NTP 339.128 - SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico:

Consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de los suelos. La clasificación de las partículas mayores que 75µm (retenido en el tamiz N° 200) se efectúa por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75µm se realiza mediante un proceso de sedimentación basada en la ley de Stokes utilizando un densímetro adecuado.

NORMA NTP 339.129 - SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos:

A la muestra se le remueve cualquier material retenido en el tamiz 425µm (N° 40). El límite líquido se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o

más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficar o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determine el límite líquido.

El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3,2 mm. de diámetro (1/4 pulg), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y reenrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico.

El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

NORMA ASTM D-516 - Método de prueba estándar para el ion sulfato en agua:

El ion sulfato se convierte en una suspensión de sulfato de bario en condiciones controladas. Se agrega una solución que contiene glicerina y cloruro de sodio para estabilizar la suspensión y minimizar las interferencias. La turbidez resultante se determina mediante un nefelómetro, espectrofotómetro o colorímetro fotoeléctrico y se compara con una curva preparada a partir de soluciones estándar de sulfato.

NORMA ASTM D-512 - Métodos de prueba estándar para iones de cloruro en agua:

El contenido de cloro está bajo la regulación en el agua, y debe, por lo tanto, medirse con precisión. Es muy perjudicial para los sistemas de calderas de alta presión y de acero inoxidable, por lo que el monitoreo es esencial para la prevención de daños. Análisis de cloruro es ampliamente usado como una herramienta para la estimación de los ciclos de concentración, como en el enfriamiento de las aplicaciones de la torre. Aguas de proceso y soluciones de decapado utilizadas en las industrias de procesamiento de alimentos también requieren métodos fiables de análisis del cloruro.

NORMA NTP 339.141 (ASTM D-1557) - SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)):

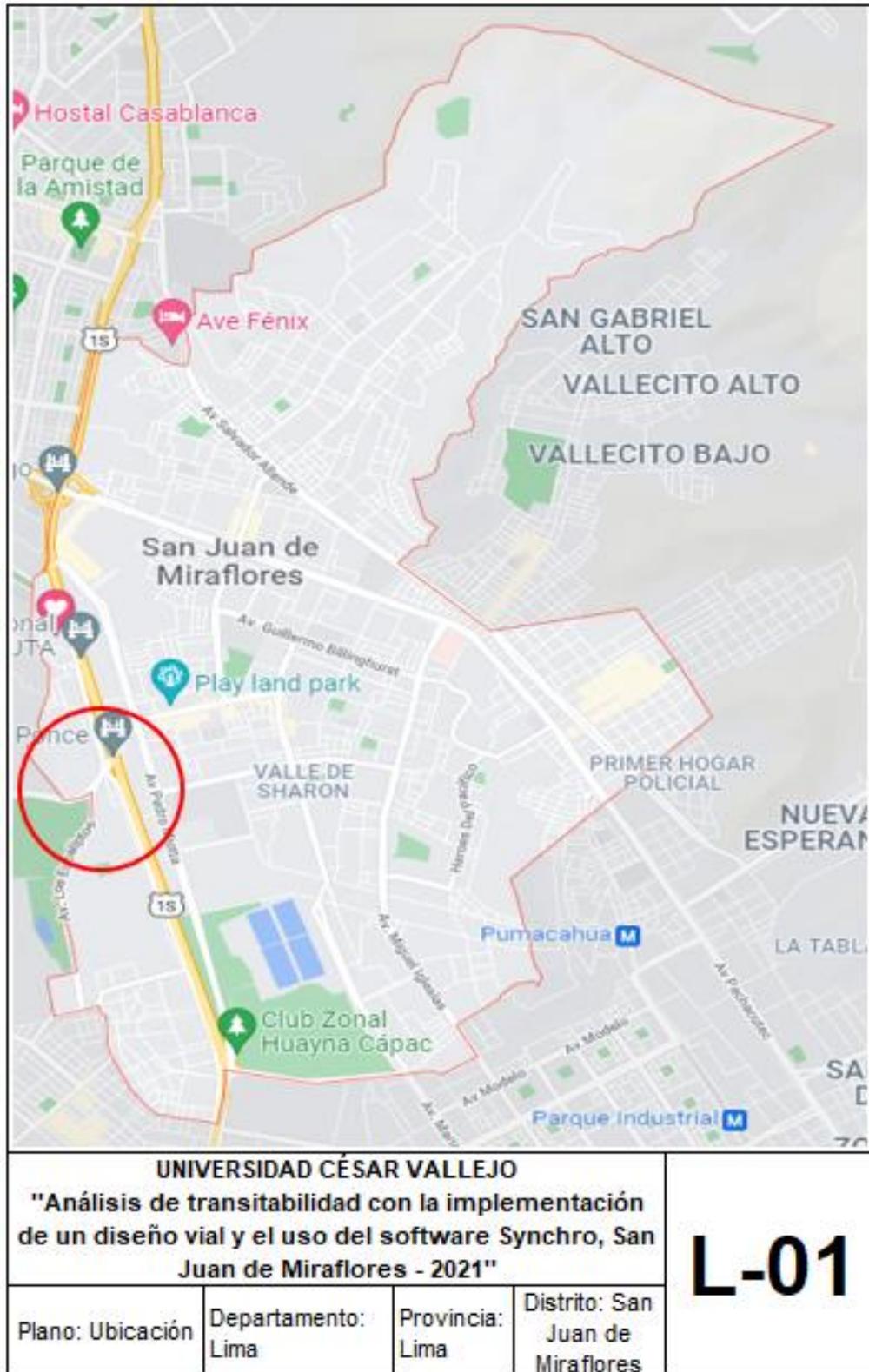
Se coloca un suelo a un contenido de agua seleccionado en cinco capas dentro de un molde de dimensiones particulares, con cada capa compactada con 25 ó 56 golpes de un pisón de 44.5 N (10-lbf) que cae desde una distancia de 457 mm (18 pulg), sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total aproximadamente 2700 kN·m/m³ (56000 pie-lbf/pie³). Se determina el peso unitario seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el peso unitario seco y el contenido de agua del suelo. Este dato, cuando se ploten, representa una relación curvilínea conocida como curva de compactación. Los valores del óptimo contenido de agua y el máximo peso unitario seco modificado se determinan en base a la curva de compactación.

NORMA NTP 339.145 - SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio:

Para ensayos realizados sobre materiales compactados a un contenido de agua se preparan tres especímenes. Los especímenes se compactan usando tres diferentes esfuerzos de compactación para obtener pesos unitarios, tanto por encima como por debajo del peso unitario deseado. Después de permitir que los especímenes se cubran de agua para humedecerse, u otro tratamiento específico como curado, cada espécimen estará sujeto a la penetración por un vástago cilíndrico. Los resultados del esfuerzo (carga) versus la profundidad de penetración se plotean para determinar el CBR de cada espécimen. El CBR a la densidad especificada se determina con un gráfico de CBR versus el peso unitario seco.

ANEXO 6: MAPAS Y PLANOS

L1: PLANO DE UBICACIÓN



Fuente: Google maps (2021).

L2: MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO "Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores - 2021"				L-02
Plano: Muestra	Departamento: Lima	Provincia: Lima	Distrito: San Juan de Miraflores	

Fuente: Google Earth (2021).

ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO

Zona de estudio



Fotografía 1. Vista de la intersección desde la Av. Ramón Vargas Machuca.



Fotografía 2. Vista de la intersección desde la Av. Los Eucaliptos.

Estudio de suelos



Fotografía 3. Calicata (C-1).



Fotografía 4. Confirmación de 1.50m.

Estudio topográfico



Fotografía 5. Levantamiento topográfico. Fotografía 6. Teodolito y cinta métrica.

Estudio de tránsito



Fotografía 7. Conteo vehicular a las 12:15pm.



Fotografía 8. Conteo vehicular a las 12:45pm.

ANEXO 9: LICENCIA DE SOFTWARE



Los Olivos, 11 de noviembre del 2021

CARTA N°589-2021/EP-ING-CIV-UCV

Señores
Cubic – Trafficware
Presente

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al alumno LLERENA MALCA, MARIO JAVIER, con DNI 74919859, código de estudiante N°6700297719, quien en el 2021-II se encuentra matriculado en el X ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, quien solicita se le otorgue una licencia académica del software Synchr, la cual servirá para el desarrollo de la tesis de investigación "**Análisis de transitabilidad con la implementación de un diseño vial y el uso del software Synchro, San Juan de Miraflores - 2021**", mucho agradeceremos brinde las facilidades para lograr el objetivo académico.

En tal sentido, mucho agradeceré si fuera posible de remitirle la información al correo electrónico, mario_javier_23@hotmail.com

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Cordialmente,

The image shows a circular official stamp of the Universidad César Vallejo (UCV) on the left, with a handwritten signature in black ink on the right. The stamp contains the text "UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO" and "ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL". The signature appears to be "D. Huamán B".

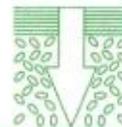
Mg. Doris Lina Huamán Baldeón
Coordinadora
EP de Ingeniería Civil

ANEXO 10: RESULTADOS DE LABORATORIO

1. REGISTRO DE PERFORACIÓN

GEOTEC
S.R.LTDA.

Laboratorio Mecánica de Suelos
y Ensayos de Materiales



Urb. Sesquicentenario Mz. A Lote 12 -13
Vipol - Callao

Tel: 999055129

REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Pavimentación Complementación Ramal en ovalo
"Alipio Ponce"

PERFORACIÓN: N° "C-1"

FECHA: Setiembre 2021

UBICACIÓN: Distrito San Juan de Miraflores - Lima - Lima

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: A cielo Abierto

SISTEMA UNIFICADO	PROFUND. Mts.	GRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS OBTENIDAS	ENSAYOS IN-SITU
CL	0.00 0.40		Suelo superficial o de cubierta conformado por arenillas inorgánicas de baja plasticidad en estado seco, color amarillento. Se deberá eliminar cortándolo.	E-1	
GM	0.70		Suelo natural, cantos sub redondeados a redondeado empacado en matriz arenas gruesas seca no cohesivas. Suelos como sub rasante.	E-2	DN
SW	1.50		Arenas gruesa con inclusiones de gravillas tipo confitillo seca y suelta suelos natural, no plástico.	E-3	
Napa freática: no apareció					

HUBERT CASAS LUYO
GEOTECNICO

MOISES FEDERICO PEREZ MORON
INGENIERO CIVIL
Reg CIP 28590

Estudio de Suelos

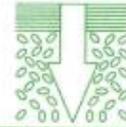
Proyectos

Supervisión

2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

GEOTEC
S.R.LTDA.

Laboratorio Mecánica de Suelos
y Ensayos de Materiales



Urb. Sesquicentenario Mz. A Lote 12 -13
Vipol - Callao

Tel: 999055129

REPORTE DE ENSAYO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Solicitante : Mario J. Llerena Malca
Proyecto : Pavimentación Complementación Ramal Ovalo
Ubicación : Distrito San Juan de Miraflores, Lima - Lima
Fecha : Setiembre del 2021

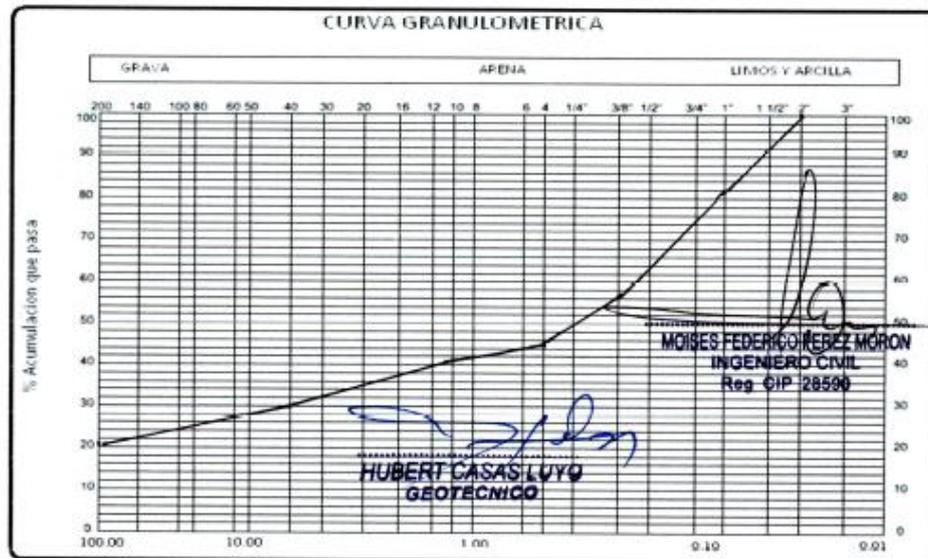
Calicata: N° C-1
Muestra: Estrato 2
Profundidad: 0.40-070m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
Tamiz ATM	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
2"	50.800	100%
1 1/2"	38.100	87
1"	25.400	81
3/4"	19.100	61
5/8"	12.700	56
3/4"	9.520	50
3/8"	6.350	47
Nº 4	4.760	45
Nº 10	2.000	41
Nº 20	0.840	36
Nº 40	0.420	30
Nº 60	0.250	27
Nº 100	0.149	23
Nº 200	0.074	21

Suelo a nivel de la Sub rasante

LÍMITES DE CONSISTENCIA: NORMA NTP-339.129 (99)		
LÍMITE LÍQUIDO	(%) =	S.L.L.
LÍMITE PLÁSTICO	(%) =	N.P.
ÍNDICE PLÁSTICO	(%) =	N.P.

CLASIFICACIÓN ASTM-D-2487/D-3282	
SUCS	GM
AASHTO	



Estudio de Suelos

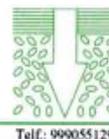
Proyectos

Supervisión

3. ANÁLISIS DE SUELOS - SALES

GEOTEC
S.R.LTDA.

Laboratorio Mecánica de Suelos
y Ensayos de Materiales



Urb. Sesquicentenario Mz. A Lote 12 -13
Vipol - Callao

Teléfono: 999055129

ANÁLISIS DE SUELOS - SALES

SOLICITA : Mario J. Llerena Malca

PROCEDENCIA : Pavimentación Complementación Ramal en ovalo "Alipio Ponce"

UBICACIÓN : Distrito: San Juan de Miraflores
Provincia: Lima
Departamento Lima.

ENSAYO : Sulfato y cloruros

FECHA : Setiembre del 2021

SUSTANCIA

CONTENIDO

SULFATOS COMO ION (SO_4^{2-}) % EN PESO = 0.10 (Despreciable)
NT. ASTM-D-516

CLORUROS COMO ION CL EN P.P.M. = 620.5 (Despreciable)
NORMA A.S.T.M.-D-512


HUBERT CASAS LUYO
GEOTECNICO


MOISES FEDERICO PÉREZ MORÓN
INGENIERO CIVIL
Reg CIP 28590

Estudio de Suelos

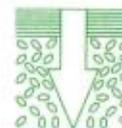
Proyectos

Supervisión

4. CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

GEOTEC
S.R.LTDA.

Laboratorio Mecánica de Suelos
y Ensayos de Materiales



Urb. Sesquicentenario Mz. A Lote 12 -13
Vipol - Callao

Tel: 999055129

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP - 339.145

SOLICITADO : Sr. Mario J. Llerena Malca
PROYECTO : Pavimentación Complementación Ramal ovalo "Alipio Ponce"
UBICACIÓN : San Juan de Miraflores Lima - Lima
FECHA : Setiembre del 2021

CALICATA N° "C-1"

MUESTRA: Estrato suelo natural Tipo GM
Prof.: 0.40 - 0.70m.

a).- Ensayo Preliminar de Compactación
Ensayo Proctor Modificado, NTP. 339.141
Método : A
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,185
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.3

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.185	2.077	2.020
Contenido de Humedad	6.3	6.3	6.3

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	790	1000	79.0
II	0.1	550	1000	55.0
III	0.1	412	1000	41.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 79.0%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 54%

d).- Expansión (%) : NP

HUBERT CASAS LUYO
GEOTECNICO

MOISES FEDERICO PEREZ MORON
INGENIERO CIVIL
Reg CIP 28590

Estudio de Suelos

Proyectos

Supervisión

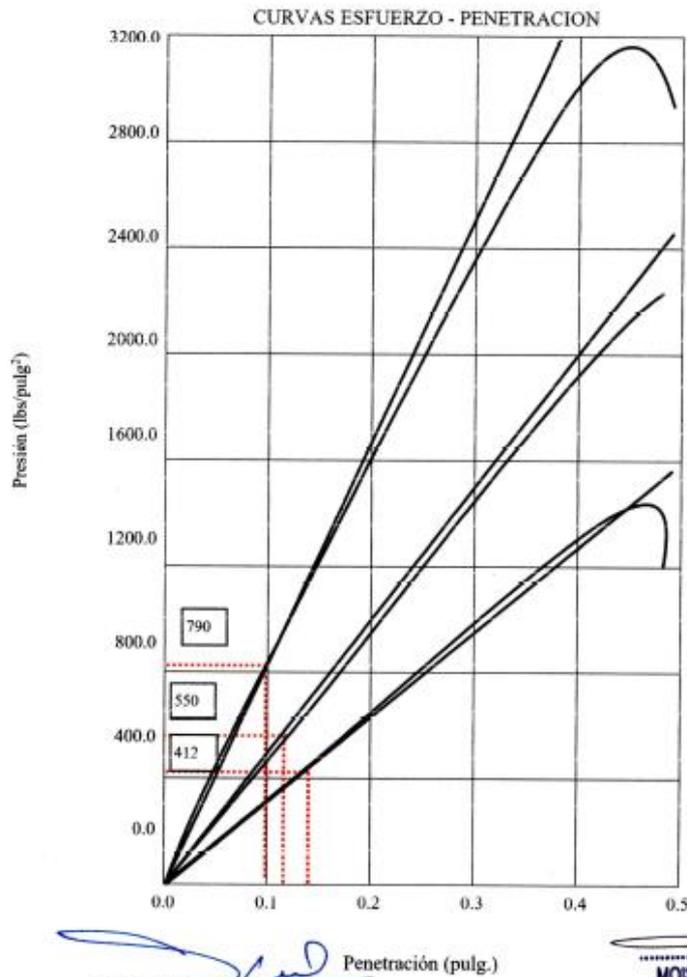


CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP - 339.145

SOLICITADO : Sr. Mario J. Llerena Malca
PROYECTO : Pavimentación Complementación Ramal ovalo "Alipio Ponce"
UBICACIÓN : San Juan de Miraflores Lima - Lima
FECHA : Setiembre del 2021

CALICATA Nº "C-1"

MUESTRA: Suelo natural Tipo GM
Prof: 0.40 a 0.70 m. (Segundo estrato)



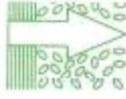
Hubert Casas Luyo
HUBERT CASAS LUYO
GEOTECNICO

Moises Federico Perez Moron
MOISES FEDERICO PEREZ MORON
INGENIERO CIVIL
Reg CIP 28590

Estudio de Suelos

Proyectos

Supervisión

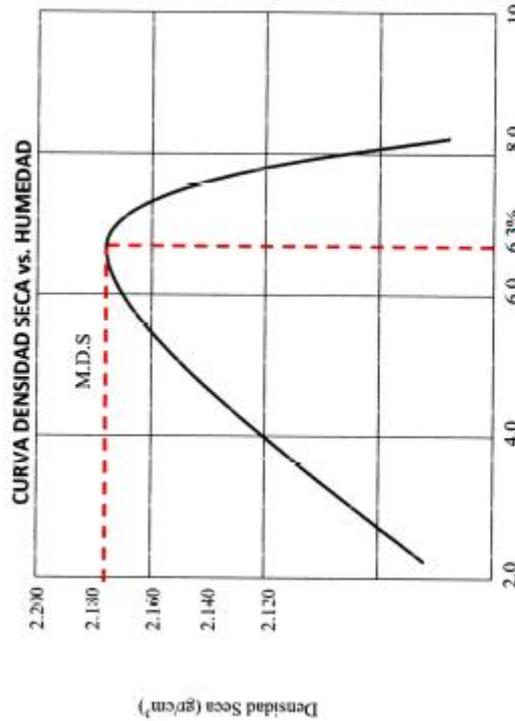


Urb. Sesquiocentenario Mz. A, Lote 12 - 13
Vipol - Callao

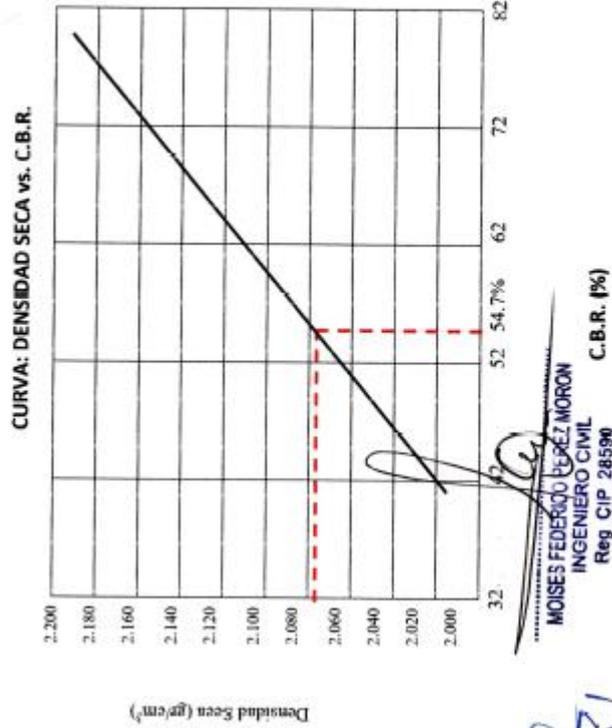
SOLICITADO : Sr. Mario J. Llerena Malca
PROYECTO : Pavimentación Ramal ovalo "Alipio Ponce"
UBICACIÓN : San Juan de Miraflores Lima - Lima
FECHA : Setiembre del 2021

CALICATA : N° C-41
MUESTRA : Suelos Natural Tipo GM (prof 0.40 a 0.70m) 2^{do} estrato

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.185
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.8%
CBR al 100% de la MDS (%) : 79.0
CBR al 95% de la MDS (%) : 54%



HUBERT CASAS LUYO
GEOTECNICO



MOISES FEDERICO PÉREZ MORÓN
INGENIERO CIVIL
Reg CIP 28590

Estudio de Suelos

Proyectos

Supervisión

Continúa

ANEXO 11: CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE SYNCHRO.

1. DISEÑO ACTUAL (GOTA DE AGUA)

LANE SETTINGS	 EBU	 EBL	 EBT	 WBT	 WBR	 SWL	 SWR
Lanes and Sharing (#RL)							
Traffic Volume (vph)	590	590	1348	866	530	0	608
Street Name				Av. Ramon Vargas			
Link Distance (m)	—	—	206.0	179.0	—	167.3	—
Links Speed (km/h)	—	—	50	50	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	—	—	EB	WB	—	SW	—
Travel Time (s)	—	—	14.8	12.9	—	12.0	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.3	4.3	4.3	4.8	4.8	4.8	4.8
Grade (%)	—	—	-4	4	—	0	—
Area Type CBD	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	—	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	0.95	0.91	0.91	0.95	0.95	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	1.000	1.000	0.943	—	—	0.865
Left Turn Factor (prot)	—	0.950	0.990	1.000	—	—	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	—	1770	3690	3707	—	—	1826
Left Turn Factor (perm)	—	0.950	0.990	1.000	—	—	1.000
Right Ped Bike Factor	—	1.000	1.000	1.000	—	—	1.000
Left Ped Factor	—	1.000	1.000	1.000	—	—	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	—	1770	3690	3707	—	—	1826
Right Turn on Red?	—	—	—	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	0	372	—	—	29
Link Is Hidden	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VOLUME SETTINGS							
	EBU	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#/RL)							
Traffic Volume (vph)	590	590	1348	866	530	0	608
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>						
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	—	0	0	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	634	634	1449	931	570	0	654
Traffic in shared lane (%)	—	61	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	881	1836	1501	0	0	654

NODE SETTINGS	
Node #	16
Zone:	
X East (m):	3671.1
Y North (m):	3221.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Roundabout
Max v/c Ratio:	3.01
Intersection Delay (s):	—
Intersection LOS:	—
ICU:	1.36
ICU LOS:	H
Inside Radius (m):	16.0
Outside Radius (m):	28.0
Roundabout Lanes (#):	3
Circle Speed (km/h):	30
Inside Color:	
Transparent Circle:	<input type="checkbox"/>

SIGNING SETTINGS							
	EBU	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value=""/>						
Traffic Volume (vph)	590	590	1348	866	530	0	608
Sign Control	—	—	Free	Free	—	Free	—
Max Exit Lanes	—	—	1	1	—	1	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	None	—	None
Volume to Capacity Ratio	—	—	1.96	3.01	—	1.68	—

SIMULATION SETTINGS							
	EBU	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)							
Traffic Volume (vph)	590	590	1348	866	530	0	608
Storage Length (m)	—	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—
Taper Length (m)	—	—	—	—	—	—	—
Lane Alignment	R-NA	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Lane Width (m)	4.3	4.3	4.3	4.8	4.8	4.8	4.8
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No
Median Width (m)	—	—	4.3	4.3	—	0.0	—
Link Offset (m)	—	—	0.0	0.0	—	0.0	—
Crosswalk Width (m)	—	—	4.8	4.8	—	4.8	—
TWLT Median	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Headway Factor	0.88	0.88	0.88	0.87	0.87	0.85	0.85
Turning Speed (km/h)	15	25	—	—	15	25	15
Mandatory Distance (m)	—	—	60.0	60.0	—	60.0	—
Positioning Distance (m)	—	—	416.7	416.7	—	416.7	—
Mandatory Distance 2 (m)	—	—	277.8	277.8	—	277.8	—
Positioning Distance 2 (m)	—	—	555.6	555.6	—	555.6	<input type="text" value=""/>

2. DISEÑO NUEVO (ÓVALO)

LANE SETTINGS								
	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)								
Traffic Volume (vph)	590	590	611	433	433	530	304	304
Street Name	Av. Ramon Vargas							
Link Distance (m)	—	—	206.0	—	179.0	—	167.3	—
Links Speed (km/h)	—	—	50	—	50	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	—	—	EB	—	WB	—	SW	—
Travel Time (s)	—	—	14.8	—	12.9	—	12.0	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Grade (%)	—	—	-4	—	4	—	0	—
Area Type CBD	—	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	—	0.0	—	0.0	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	0.95	0.91	0.91	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	1.000	1.000	—	0.943	—	0.932	—
Left Turn Factor (prot)	—	0.950	0.977	—	0.985	—	0.976	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	1716	3529	—	3365	—	1770	—
Left Turn Factor (perm)	—	0.950	0.977	—	0.985	—	0.976	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	1716	3529	—	3365	—	1770	—
Right Turn on Red?	—	—	—	—	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	0	—	372	—	0	—
Link Is Hidden	—	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VOLUME SETTINGS	  			  			 	
	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#/RL)								
Traffic Volume (vph)	590	590	611	433	433	530	304	304
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	—	0	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	—	0	—	0	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	634	634	657	466	466	570	327	327
Traffic in shared lane (%)	—	90	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	697	1228	0	1502	0	654	0

NODE SETTINGS	
Node #	16
Zone:	
X East (m):	3671.1
Y North (m):	3221.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Roundabout
Max v/c Ratio:	3.01
Intersection Delay (s):	—
Intersection LOS:	—
ICU:	1.21
ICU LOS:	H
Inside Radius (m):	16.0
Outside Radius (m):	28.0
Roundabout Lanes (#):	3
Circle Speed (km/h):	30
Inside Color:	
Transparent Circle:	<input type="checkbox"/>

SIGNING SETTINGS								
	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)								
Traffic Volume (vph)	590	590	611	433	433	530	304	304
Sign Control	—	—	Free	—	Free	—	Free	—
Max Exit Lanes	—	—	1	—	1	—	1	—
Right Turn Channelized	—	—	None	—	—	None	—	None
Volume to Capacity Ratio	—	—	2.61	—	3.01	—	1.68	—

SIMULATION SETTINGS								
	EBU	EBL	EBT	WBU	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)								
Traffic Volume (vph)	590	590	611	433	433	530	304	304
Storage Length (m)	—	0.0	—	0.0	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—
Taper Length (m)	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Alignment	R-NA	Left	Left	R-NA	Left	Right	Left	Right
Lane Width (m)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No
Median Width (m)	—	—	4.0	—	4.0	—	4.0	—
Link Offset (m)	—	—	0.0	—	0.0	—	0.0	—
Crosswalk Width (m)	—	—	4.8	—	4.8	—	4.8	—
TWLTL Median	—	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Headway Factor	0.92	0.92	0.92	0.97	0.97	0.97	0.94	0.94
Turning Speed (km/h)	15	25	—	15	—	15	25	15
Mandatory Distance (m)	—	—	60.0	—	60.0	—	60.0	—
Positioning Distance (m)	—	—	416.7	—	416.7	—	416.7	—
Mandatory Distance 2 (m)	—	—	277.8	—	277.8	—	277.8	—
Positioning Distance 2 (m)	—	—	555.6	—	555.6	—	555.6	—

ANEXO 12: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO AASHTO

93

Para elaborar el presente diseño se tuvo en consideración la metodología de diseño expresada en el capítulo XII sobre pavimentos flexibles del manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección: suelos y pavimentos.

En primer lugar, se obtuvieron los siguientes parámetros, las cargas de tráfico vehicular mediante un estudio de tráfico y las características de la subrasante mediante un estudio de suelos; lo que nos dio como resultado un número de repeticiones de EE de 8.2t. o ESALD de 7949494 EE, debido a que el volumen vehicular que presenta este nuevo punto de acceso es equivalente al 35% del volumen de la salida actual, por lo tanto se estableció el ESALD proporcionalmente a este nuevo volumen, el cual fue catalogado dentro del tipo de tráfico pesado como Tp9 según el cuadro 12.2.

Cuadro 12.2
Número de Repeticiones Acumuladas
de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{PX}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
PX = Pavimentada, X = número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)

Las características de la subrasante se definen en 6 categorías, definidas por su capacidad de soporte CBR, para el presente diseño se determinó un CBR del 55%, que entra dentro de la categoría S5 definida como subrasante extraordinaria según el cuadro 12.4.

Cuadro 12.4
Categorías de Subrasante

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos estos dos parámetros, se procedió a determinar las características necesarias para utilizar la ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible, que busca determinar el número estructural requerido (SNr) y esta expresada como se muestra a continuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

A partir de esta ecuación se empezó a determinar las siguientes características, como el módulo de resiliencia (Mr), para su cálculo se empleará la siguiente ecuación, que esta correlacionada con el CBR.

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Empleando el valor de CBR del 55%, nos dio como resultado un Mr de 33207 psi.

Para el criterio de confiabilidad (%R) se especifican valores recomendados según los rangos de tráfico, en este caso se recomendó un nivel de confiabilidad del 90% según el cuadro 12.6.

Cuadro 12.6
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de
diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

El coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Z_r), se determinó según el nivel de confiabilidad y el rango del tráfico, dando como resultado -1.282 según el cuadro 12.8.

Cuadro 12.8
Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)
Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}		>30'000,000	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

La desviación estándar combinada (S_o), según la guía AASHTO para pavimentos flexibles se recomienda adoptar valores entre 0.40 y 0.50, en la metodología del presente manual se adoptó el valor de 0.45 para los diseños recomendados.

La serviciabilidad inicial (Pi), se definió según el tipo de tráfico, dando un índice de serviciabilidad inicial de 4.00 según el cuadro 12.10.

Cuadro 12.10
Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T _{P15}		>30'000,000	4.20

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

La serviciabilidad terminal (Pt), se halló según el rango del tráfico, dando un índice de serviciabilidad terminal de 2.50 según el cuadro 12.11.

Cuadro 12.11
Índice de Serviabilidad Final (Pt)
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}		>30'000,000	3.00

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

La variación de serviabilidad (Δ PSI), es la diferencia entre la serviabilidad inicial y terminal, en este caso dio una diferencia de serviabilidad de 1.50 según el cuadro 12.12.

Cuadro 12.12
Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI)
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}	>30'000,000		1.20

Fuente: Elaboración Propia

Con todos los datos obtenidos se procedió a reemplazar los valores en la ecuación planteada y dio como resultado un numero estructural requerido (SNr) de 2.81; este valor representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado en un espesor para cada capa de la estructura del pavimento, esto se obtiene mediante el uso de los coeficientes estructurales y aplicando la siguiente ecuación.

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a1, a2, a3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase.

d1, d2, d3 = espesores de las capas: superficial, base y subbase.

m2, m3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase.

Los valores de los coeficientes estructurales considerados fueron elegidos por el tipo de tráfico, lo que resulto en un coeficiente estructural para la capa superficial (a₁) de 0.170, para la base (a₂) de 0.054 y para la subbase (a₃) de 0.047 según el cuadro 12.13.

Cuadro 12.13
Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a ₁	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Para los coeficientes de drenaje de las capas de base y subbase, el presente manual asumió el valor de 1.00.

Una vez reemplazados los coeficientes estructurales y de drenaje en la ecuación del número estructural, se debe tener en cuenta que el SN resultado debe ser mayor al SN requerido, con esta condición se determinaron los siguientes espesores:

d1 (capa superficial) = 5 cm

d2 (base) = 20 cm

d3 (subbase) = 20 cm

Lo que nos da como resultado un número estructural (SN) de 2.87 y como se determinó anteriormente el número estructural requerido (SNr) fue de 2.81, por lo tanto, cumple la condición de que el SN resultado > SN requerido.