



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Nivel de Servicio de Pavimentos Flexibles Evaluados Mediante el
Método HCM, Avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima
2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Orihuela Gonzales, Cristian Adrián (ORCID: 0000-0002-3738-4525)

ASESOR:

Msc. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedicado a todos aquellos
que buscan mejorar el
bienestar de su comunidad en
el lugar donde se encuentren.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, a mi asesor Ing. Cesar Paccha, a los ingenieros que me brindaron su tiempo y agradezco infinitamente a María Luisa Gonzales, Alfredo José Orihuela y Liz Evelyn Orihuela mis padres y hermana que incondicionalmente siempre me apoyaron.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	15
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1 Tipo y Diseño de investigación.....	34
3.2 Variables y operacionalización.....	35
3.3 Población, muestra, muestreo unidad de análisis	35
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.5 Procedimientos	36
3.6 Método de análisis de datos.....	37
3.7 Aspectos éticos	37
IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN	56
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS.....	14
ANEXOS	14

Índice de tablas

Tabla 2.1 Cuadro de datos de la vía	17
Tabla 2.2 Vías clasificadas por su demanda	21
Tabla 2.3 Ajuste por tipo de terreno	22
Tabla 2.4 Ajuste por vehículos ligeros.....	24
Tabla 2.5 Ajuste por el ancho del carril	26
Tabla 2.6 Ajuste por el número de accesos	26
Tabla 2.7 Tabla de velocidad libre.....	27
Tabla 2.8 Criterios de proporción de nivel de servicio	29
Tabla 2.9 Parámetros geométricos	30
Tabla 2.10 Clasificación de terreno	31
Tabla 2.11 Niveles de Servicio	32
Tabla 4.1 Punto de acceso de avenida en estudio.....	40
Tabla 4.2 Porcentaje de pendiente.....	41
Tabla 4.3 Características necesarias	42
Tabla 4.4 Volumen de la vía en estudio	42
Tabla 4.5 Distribución del tráfico vehicular	44
Tabla 4.6 Hora pico	45
Tabla 4.7 Promedio de velocidad en vía	45
Tabla 4.8 Datos de la capacidad de vía	46
Tabla 4.9 Resumen de datos para ft, VMR	47
Tabla 4.10 Resumen de datos para Ec y Er.....	47
Tabla 4.11 Datos de fna, VMR	49
Tabla 4.12 Cantidad vehicular de accesos.....	50
Tabla 4.13 Datos en Synchro	50
Tabla 4.14 Cambios considerados	51
Tabla 4.15 Datos para fna, VMR	52
Tabla 4.16 Factor direccional y de carril.....	54
Tabla 4.17 Factor camión para la avenida en estudio.....	55
Tabla 4.18 ESALs para pavimento flexible.....	55

Índice de figuras

Figura 1.1 Presencia de mototaxis que empeoran la congestión	12
Figura 1.2 Presencia de vehículos de transporte público	12
Figura 2.1 Nivel de Servicio.....	29
Figura 4.1 Sección Av. en estudio.....	39
Figura 4.2 Variación en el conteo diario	43
Figura 4.3 Horario de índice vehicular.....	43
Figura 4.4 Composición vehicular en hora de mayor demanda	44
Figura 4.5 NS “E” vista 2D	50
Figura 4.6 NS “E” vista 3D	51
Figura 4.7 NS “E” vista 2D	53
Figura 4.8 NS “E” vista 2D	54
Figura 4.3 conteo vehicular durante el día	17
Figura 4.4 conteo vehicular durante la noche	17
Figura 4.5 IMD.....	18

Índice de Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia	14
Anexo 2: Validación de instrumento de recolección de datos.....	14
Anexo 3: Conteo vehicular	17
Anexo 4: IMD	18
Anexo 5: Plano topográfico	19
Anexo 6: Perfil longitudinal de la avenida villa maría	20
Anexo 7: Vista en planta de avenida Villa María (estado actual).....	21
Anexo 8: Vista en planta de avenida Villa María (corregida para mejora del nivel de servicio)	22
Anexo 9: Datos para el nivel de servicio para la avenida Villa María	23
Anexo 11: Calicata #1	25
Anexo 12: Calicata #2	26
Anexo 13 :Estudio de suelos – laboratorio	27
Anexo 14: Estudio de suelos – resultados	28
Anexo 15: Estudio de suelos – registro de excavación calicata	35
Anexo 16: Ubicación satelital de la Av. Villa María.....	36
Anexo 17: Registro de turnitin	37

Resumen

El trabajo presente con el título “Nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021” propuso como problema general ¿En qué sentido el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, mejora el nivel de servicio en la avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021? Por lo que se puso como objetivo general determinar en qué sentido el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, mejora el nivel de servicio en la avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021.

La metodología que se empleó fue, el tipo de estudio aplicada, de enfoque cuantitativo, con diseño cuasi experimental. En el ámbito de la investigación, el muestreo es no probabilístico. La investigación fue de muestreo no probabilístico intencional por que la muestra fue del km 00+538 a km 01+860 km de Avenida Villa María el cual es el tramo más crítico en la zona comercial y los instrumentos fueron los conteos vehiculares, observación directa, aplicación del civil y synchro.

El trabajo de investigación obtuvo como conclusión que HCM mejora el nivel de servicio de la avenida Villa María. Por lo que en un primer análisis se obtuvo que es de nivel “E” por lo que se identificó cuáles son los factores a corregir. Realizando un segundo análisis con los factores corregidos se dio con el nivel “B”, ampliando la calzada de 4.40 m a 5.00 m y la velocidad libre de 26.60 mill/h a 49.50 mill/h, con la señalización correspondiente en un nuevo diseño geométrico.

Palabras clave: HCM, diseño geométrico, nivel de servicio

Abstract

The present work with the title "Service level of flexible pavements evaluated by the HCM method, Villa María avenue, Villa María del Triunfo, Lima 2021" proposed as a general problem In what sense the service level of flexible pavements evaluated by the method HCM, improves the level of service in Villa María avenue, Villa María del Triunfo, Lima 2021? Therefore, the general objective was to determine in what sense the level of service of flexible pavements evaluated by the HCM method, improves the level of service in Villa María avenue, Villa María del Triunfo, Lima 2021.

The methodology used was the type of study applied, with a quantitative approach, with a quasi-experimental design. In the research field, the sampling is non-probabilistic. The research was intentional non-probabilistic sampling because the sample was from km 00 + 538 to km 01 + 860 km of Avenida Villa María, which is the most critical section in the commercial area and the instruments were vehicle counts, direct observation, civil and synchro application.

The research work concluded that HCM improves the level of service on Villa María avenue. Therefore, in a first analysis, it was obtained that it is level "E", which is why it was identified which are the factors to correct. Carrying out a second analysis with the corrected factors, level "B" was found, expanding the road from 4.40 m to 5.00 m and the free speed from 26.60 mill / h to 49.50 mill / h, with the corresponding marking in a new geometric design.

Keywords: HCM, geometric design, service level

I. INTRODUCCIÓN

La manera más antigua de transportarse y eficiente de transportarse es mediante los caminos y estos necesitan remodelaciones y mantenimientos. Con el fin de que sean eficaces en comodidad, seguridad y tiempo de viaje menor posible.

La organización mundial de la salud (2019) asevera que los accidentes vehiculares son los causantes de muertes de personas entre 15 a 29 años. De acuerdo a la conclusión de la investigación, las carreteras cobran un saldo de 1.25 millones de vidas al año. En Perú las vías de mayor antigüedad solo cumplían con la finalidad de que la calzada sea mayor para que así aumentarla capacidad de circulación y en raíz de esto se vienen arrastrando disconformidades y subsanaciones necesarias establecidas por las normas que, se vienen aplicando hace unos pocos años. El aumento de accidentes en carreteras aumenta con el pasar de los años. El I.N.E.I (2018) asegura que son 118,809 los accidentes en el año 2018 y 123,786 en el 2019. Lima tiene la mayor tasa de accidentes que son 55,699 considerando que solo 45% de estos fueron registrados. Es por estas razones que se debe hacer estudios para verificar la conformidad de las normas con las carreteras y para tener en claro una buena calidad y confort para transitar por ellas.

En las vías de la localidad de Villa María se viene presentando saturación vehicular, sobre todo en las horas pico de la mañana y noche. Se tiene como objetivo general determinar en qué sentido el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, mejora el nivel de servicio en la avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021. Además de tener el objetivo específico 1 evaluar cómo afecta el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM en el mejoramiento de las características geométricas de la, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021, objetivo específico 2 Establecer cómo afecta el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM en el mejoramiento de la densidad vehicular, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021 y objetivo específico 3 Determinar cómo el nivel de servicio de pavimentos

flexibles evaluados mediante el método HCM clasifica la categoría de nivel de servicio en, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021.



Figura 1.1 Presencia de mototaxis que empeoran la congestión



Figura 1.2 Presencia de vehículos de transporte público

Realidad problemática en la zona comercial de la avenida en estudio, hay presencia de vehículos ligeros que ocasionan congestión vehicular y retraso en la fluidez de

tránsito, por lo que se analizara el nivel de servicio en esas condiciones y después de mejorarla.

Con este trabajo de investigación se logrará verificar como mejora el NS de la vía en estudio puesto que las características y datos necesarios para el estudio son de fácil acceso para el investigador además los instrumentos y herramientas son asequibles y de bajo presupuesto. Lo que hace viable la investigación.

La realidad problemática consta de la formulación del problema, teniendo como problema general: ¿En qué sentido el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, mejora el nivel de servicio en la avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021? Como problema específico 1 ¿Cómo afecta el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM en el mejoramiento de las características geométricas de la, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021?, problema específico 2 ¿Cómo afecta el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM en el mejoramiento de la densidad vehicular, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021?; problema específico 3 ¿Cómo el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM clasifica la categoría de nivel de servicio en, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021?

Continuando la secuencia del nuevo esquema de proyecto de investigación se muestra la justificación de problema; en el ámbito teórico, se usará la metodología planteada por HCM, con la cual se hallará el nivel de servicio, en lo práctico se aplicará las técnicas de observación directa, aforos manuales, ubicación topográfica, estudio de suelos y conteo vehicular. En lo metodológico, Con los datos obtenidos en campo y estudios básicos se procede a dar con parámetros para diseñar una nueva vía, con sus análisis correspondientes empleando los softwares correspondientes, esto para llegar una solución posible y precisa para el caso correspondiente.

La investigación fija como objetivo general determinar en qué sentido el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, mejora el nivel de servicio en la avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021.

Además de tener el objetivo específico 1 evaluar cómo afecta el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM en el mejoramiento de las características geométricas de la, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021, objetivo específico 2 Establecer cómo afecta el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM en el mejoramiento de la densidad vehicular, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021 y objetivo específico 3 Determinar cómo el nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM clasifica la categoría de nivel de servicio en, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021.

Planteando la hipótesis general El nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, mejora el nivel de servicio en la avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021. La hipótesis específica 1 El nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM afecta en el mejoramiento de las características geométricas de la, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021 hipótesis específica 2 El nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM afecta en el mejoramiento de la densidad vehicular, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021 y la hipótesis específica 3 El nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM clasifica la categoría de nivel de servicio en la, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales, la autora Vega (2018) con el título “Análisis de capacidad y nivel de servicio de las vías de ingreso a la ciudad de Cajamarca, Cajamarca - 2018” con el objetivo de analizar la capacidad y NS de la vía de Cajamarca aplicó la metodología cuantitativa, de carácter observacional y aplicable al método HCM 2000, se obtiene el resultado de que la de nivel “D” funciona en un 58% total capacidad y obtiene la conclusión que la calzada es muy angosta y las mejoras en un ensanche de vía influye en la capacidad, en una mayor circulación y un incremento de la velocidad de recorrido.

En secuencia el autor Sangay (2019) con el título “Determinación del nivel de servicio mediante el índice de rugosidad en un pavimento flexible, Lima - 2019” con el objetivo hallar la capacidad usando índice de rugosidad internacional para la cual uso la metodología cuantitativa, determinación del IRI, dando como resultado que la serciabilidad del pavimento se encuentra en un estado de 2 -3 (quiere decir aceptable según la tabla de serciabilidad) dirigiéndose a la conclusión que el pavimento flexible está en condiciones normales y nivel de servicio “C”.

Continuando con el autor Saavedra (2016) con el título “Artículo del nivel de servicio en tramos afectados por sismos, Lima - 2016” con el objetivo identificar cuanto afecto al nivel de servicio los sismos, aplicando metodología cuantitativa y el método observacional dio con el resultado de que el nivel de servicio fue reducido en 22%, obteniendo la conclusión del nivel de servicio actual es de “E” el cual recomienda un replanteo geométrico.

En seguida el autor García (2015) con el título “Artículo de afición de las temperaturas a la capacidad y nivel de servicio por temperaturas, Iquitos - 2015” con el objetivo de determinar cuánto es el nivel que afectan las temperaturas al nivel de servicio, aplicó la metodología cuantitativa, observación teniendo el resultado la temperatura afecta tanto a la conducción como al nivel de servicio en un 70 a 40%, llegando a reducir el confort y maniobrabilidad en presentarse temperaturas extremas y como conclusión propone señalizaciones de tránsito para carreteras.

Para el autor Filipa (2017) con el título “Artículo de capacidad y nivel de servicio para avenidas afectadas por lluvias pluviales, Iquitos - 2017 ”fijando el objetivo de aumentar la vida útil de las avenidas, usó la metodología cuantitativa, aforos manuales y conteo para tener como resultado que aproximadamente se estima un incremento de 1000 a 2000 vehículos en unos 5 años y 2500 a 3500 en unos 10 años en las vías en las entradas a Iquitos, como conclusión implementar en las vías de entrada sistemas de drenaje.

Como antecedentes internacionales, el autor López (2019). Con el título “Diagnóstico de capacidad y nivel de servicio de la avenida universitaria, Manabí - 2019” con el objetivo de determinar el nivel de servicio de la avenida universitaria, usó la metodología cuantitativa, HCM 2000 teniendo como resultado a los vehículos que transitan con el numero de la muestra, numero de intervalos (N) 7-8 y llegando a la conclusión de que las avenidas tienen un nivel de servicio “F” siendo muy malas para ser consideradas.

Tabla 2.1 Cuadro de datos de la vía

Direcciones	Vehículos	Tiempo	Velocidades
Sentido A	5198	1 semana	49,06 km/h
Sentido B	4697	1 semana	90,23 km/h
Total	9895	2 semanas	

Fuente López (2019)

En secuencia el autor Atienzar (2019) con el título de tesis “Estudio de capacidad y nivel de servicio, e implementación de un tramo de vía ciclista, Valencia - 2019” con el objetivo de comprobar si la vía soporta la demanda de ciclistas, usó la metodología cuantitativa, método Bicycle leve lof service, obtuvo los resultados del carril tiene como ancho 2.5m (8.23 ft), por lo que la norma de HCM 2000 comprende que debe tener el acho entre (8 – 10 ft) si la vía posee 2 carriles efectivos, conclusión adecuando la norma a las condiciones de valencia el carril de la vía está a su máxima capacidad por lo cual será necesario a futuro aumentar su ancho.

Siguiendo con el autor Vermorel (2014) con el título de su tesis “Artículo de nivel de servicio mediante métodos empíricos, Ciudad de México - 2014” fija el objetivo de determinar el NS usando aforos, con la metodología cuantitativa, aforos normados tiene como resultados las velocidades libres (40 – 85 km/h), el conteo de vehículos (4302 a 5020 veh/sem) y el ancho de la vía (3.2m), teniendo como conclusión que para una proyección a futuro de 5 años, será solo un reparo de las vías para mantener el nivel de servicio de “C”.

El autor Vallverdu (2015) con título “Artículo de nivel de servicio de pavimento Valparaíso - 2015” con el objetivo de hallar el nivel de servicio de pavimento empleando el tránsito promedio medio anual teniendo de aplicando la metodología cuantitativa, aforos manuales, teniendo como resultado se obtiene la velocidad libre (70 – 95 km/h), el conteo de vehículos (6202 a 7040 veh/sem) y el ancho de la vía (2.8m) en conclusión nivel de servicio “C” para el cual se estima en estados medianamente bueno.

En consideración el autor Rodríguez (2017) con el título “Uso de percepciones para determinar el nivel de servicio peatonal, caso carrera séptima, Bogotá -2017” con el objetivo obtener evidencia para evaluar el uso de percepciones en el pase peatonal, aplicando la metodología cuantitativa, aforos manuales, obteniendo como resultado una mejora del nivel de servicio en 16.4% calificado con 3500 (N=108), en conclusión las percepciones para un entorno físico si permiten explicar la calificación en el nivel de servicio.

Para las Bases teóricas nacionales En la ciudad de Cajamarca el autor Vega (2018). realizó un análisis de la capacidad y niveles de servicio de las vías de ingreso a la ciudad para lo cual se usó la norma HCM 2000 junto con un estudio del volumen de tráfico y determinación de velocidad de flujo libre promedio, obtuvo el NS, ancho de la vía y su velocidad. Final mente se llegó a la conclusión de que la vía en estudio es de ancho reducido por lo cual se generó mayor dificultad para la circulación de vehículos grandes en el ámbito de uso de la velocidad y circulación. Mientras que en Lima el autor Zambrano (2021) usó el Diseño de carril reversible y sistema de semaforización con la norma HCM 2000 para mejorar el nivel de servicio

de su tramo por lo que llegó a la conclusión de la implementación de su carril reversible propuesto, lo que mejoró el nivel de "F" a "E" en su tramo de carretera. La autora la autora Zaira (2018) usando también la norma HCM 2000 y aplicando la metodología de toma de aforos manuales, volumen de tráfico, velocidades promedio y características geométricas tiene los niveles de servicio concernientes de su vía de rango de A hasta – D.

En paralelo el autor también cusqueño Candia (2019) propuso con la norma HCM 2010 y la metodología Highway capacity la determinación del nivel de servicio y estimación del costo de su carretera en estudio para lo cual llegó a la conclusión de la desfavorable situación de su vía por la geometría y las limitaciones que se halló por lo que aplico una mejora al nivel de servicio y lo mejoró al nivel "D". El autor Corrales (2019) aplicando la norma HCM 2010 con las mismas condiciones del terreno cusqueño, el autor Corrales, con la Determinación de las características geométricas, de tránsito y semaforicas, determinó la capacidad y nivel de servicio de su corredor vial de estudio. Dio la conclusión de poner semáforos para un tráfico calmado, con el fin de mejorar la calidad vial, además de desviar el otro tramo para aumentar la velocidad de circulación del tramo original. El autor Cuentas (2019) en Cusco aplicó la norma HCM 2010 con la cual halló el NS y la capacidad de su avenida con la velocidad promedio de recorrido, velocidad libre, demanda en condiciones normales, estimación de velocidades y factor de ajuste por porcentaje y concluyó que al aumentar la velocidad del recorrido de su vía en estudio y disminuir el porcentaje de tiempo, puede llegar a aumentar el nivel de servicio de su vía y también su capacidad. En la misma norma HCM 2010 el autor Paucara (2018) en Tacna empleando fichas de observación, observación de campo para obtener el volumen de dirección de recorrido, obtuvo el nivel de servicio y que su vía tiene retraso de viaje y largos tiempos de espera. En Lima el autor Palomino (2017) con la misma norma HCM 2010 y con la recolección de características y observación de campo (aforos vehiculares para finalmente llegar a un modelado) se obtuvo para un periodo de 5 años una mejora del nivel de D a C. En Cajamarca Sangay (2019) usó el Índice de rugosidad internacional (IRI) y determinó el nivel de servicio por lo que usó el equipo merlín, entonces obtuvo la serviciabilidad del

pavimento, determinó que es aceptable en 2 – 3 y concluyó que el nivel de servicio determinado que está en el pavimento flexible de su estudio fue de parámetros aceptables dentro del IRI

En Las Bases teóricas internacionales el autor Ecuatoriano López (2019). utilizó HCM 2000, para lo cual usó además de la norma mencionada un conteo clasificatorio de tráfico y sus temas de velocidades, se arrojó el resultado de la categoría de la vía que fue “F” en la escala de nivel de servicio y se concluyó que igual que la autora anterior en ancho de la vía fue insuficiente con la adición de que la vía presentaba grandes problemas de maniobrabilidad para los vehículos grandes en la hora pico. Su compatriota Ulloa (2019) aplicó el volumen bidireccional, el porcentaje de buses y camiones en la norma HCM 2000 para obtener la capacidad y el NS dando su conclusión que la vía es de clase 1, además determino el nivel de servicio en rango C, D y E, además expuso que se puede aumentar la promedio de recorrido de los vehículos en campo. En España Atienzar (2019) que aplicando la norma HCM 2000 y con el -método de Bicycle leve lof service definió si su tramo de bicicletas que diseña es capaz de soportar mayor congestión y concluyó con una observación a futuro de su vía ciclista en valencia que necesitará un aumento de ancho de vía.

Domínguez (2020) siguiendo con la norma HCM 2010 y un aforo diario y características geométricas de la carretera se dio al volumen vehicular y al volumen de hora máxima de demanda, con las cuales se determinó el nivel de servicio B. El autor Saldaña (2020) utilizó 4 recorridos en su vía de estudio con las cuales obtuvo la velocidad, el recorrido y el tiempo de marcha con las cuales calculó la incidencia en el nivel de servicio, con la cual diseñó una vía para ciclistas en Bogotá.

Variable independiente: Método HCM

Usado para hallar la capacidad vial y el nivel de servicio

Vías

Mónica Espinosa Valderrama (2016) Es el área asignada donde se realiza y desarrolla el tránsito. Una vía es toda la calle o camino destinado para la utilización

pública y de igual modo los caminos privados. (p.42)

Hay diferentes tipos de Vías:

Tabla 2.2 Vías clasificadas por su demanda

Tipo	IMDA (veh/día)	Separador central		Carriles	
		Si/ No	Ancho	N°	Ancho
			Mínimo (m)		Mínimo (m)
Auto pista de primera clase	>6000	SI	6.00	2 o más	3.60
Auto pista de segunda clase	6000-4001	SI	6.00 -1.00	2 o más	3.60
Carretera de primera clase	4000-2001	NO	-	2	3.60
Carretera de segunda clase	2000-400	NO	-	2	3.60
Carretera de tercera clase	400<	NO	-	2	3.00
Trochas carrozables	200<	NO	-	1	4.00

Manual de carreteras (2018)

Capacidad vial

Víctor M. Hahbub (2016) Valor numérico de vehículos transitan por la vía está catalogada dependiendo al porcentaje de tiempo de seguimiento (PTS) y a la velocidad media recorrida (VMR) (p. 285)

$$C_{v,VMR} = 1700 * f_{t,VMR} * f_{vp,VMR} \quad (Ec. 1)$$

Donde:

$C_{v,VMR}$ = Capacidad en el sentido analizado veh lig/h

$f_{t,VMR}$ = Factor de ajuste por tipo de terreno

$f_{vp,VMR}$ = Factor de ajuste por vehículo pesado

Factor de ajuste de terreno (ft, VMR)

Aplicable por tipo de suelo ondulado y llano

Tabla 2.3 Ajuste por tipo de terreno

Demanda en el periodo de análisis para el sentido considerado I_{vph} (veh/h)	Factor de ajuste ft, VMR	
	Terreno llano y pendientes específicas	Terreno ondulado
≤100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.90
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98

Manual de carreteras HCM (2018)

Para lo cual requerimos la Demanda en condiciones de análisis, en veh/hora

$$I_{vph} = 1/FHP \quad (Ec. 2)$$

Donde:

I_{vph} = vehículos en un sentido ajustado al factor hora pico (veh/h)

I = Demanda de vehículos en un sentido

FHP = Factor Hora Pico

Hora Pico

En proporción al volumen horario de máxima demanda y el flujo máximo.

$$FHP = \frac{V}{4 \cdot V_{15}} \quad (Ec. 3)$$

Donde:

FHP = Factor hora pico

V = Volumen en una hora

V_{15v} = Volumen máximo de los 15 minutos en la hroa pico (veh/15min)

Factor de ajuste por vehículo pesado (fvp, VMR)

Carreteras de dos carriles en condiciones ideales están conformadas por vehículos ligeros. Hallaremos el fvp, VMR.

$$f_{vp,VMR} = \frac{1}{1+Pc(Ec-1)+Pr(Er-1)} \quad (Ec. 4)$$

Donde:

Fvp, Vmr = Factor de ajustes por vehículo pesado

Pc = Proporción de camiones existentes en el tráfico

Pr = Proporción de vehículos recreacionales existentes en el tráfico

Ec = Vehículos ligeros equivalentes a camiones

Er = Vehículos ligeros equivalentes a vehículos recreativos

Tabla 2.4 Ajuste por vehículos ligeros

Tipo de vehículo	Demanda en el periodo de en estudio I_{vph} (veh/h)	Terreno llano y pendientes específicas	Terreno ondulado
Camiones, Ec	≤100	1.90	2.7
	200	1.50	2.3
	300	1.40	2.1
	400	1.30	2.00
	500	1.20	1.8
	600	1.10	1.7
	700	1.10	1.6
	800	1.10	1.4
	≥900	1.00	1.3
RVs, Er	703	1.00	1.1

Manual de capacidad de carreteras HCM 2010

Criterios de nivel de servicio

Jorge Rivas Huamán (2017) Para hallar las capacidades de servicio de una vía es preciso enfocarse en realizar un correcto análisis en las siguientes exigencias que correspondientes a las fórmulas a continuación.

Velocidad media recorrida (VMR)

Conocido como el tamaño del camino dividido entre el tiempo medio de recorrido usado por los vehículos en cruzarlo, aplicamos la siguiente ecuación para hallar el nivel de servicio.

$$VMR = VL - 0.00776(I_{ci, e, VMR} + I_{ci, s, VMR}) - f_{na, VMR} \quad (Ec. 5)$$

Donde:

$VMR =$ Velocidad media recorrida (mil/h)

$VL = \text{Velocidad libre (mil/h)}$

$I_{ci,e,VMR} = \text{Demanda en tiempo de entrada en condiciones normales (veh/h)}$

$I_{ci,e,VMR} = \text{Demanda en tiempo de salida en condiciones normales (veh/h)}$

$f_{na,VMR} = \text{Ajuste por \% no adelantamiento en función de VL y de la I}$

Velocidad libre

Velocidad en la que viaja un vehículo sin ser interrumpido por otro vehículo, expresada en la siguiente formula.

$$VL = VMM + 0.0076 * 1/fVP,VMR \quad (Ec. 6)$$

Donde:

$VL = \text{Velocidad libre – media en campo (mil/h)}$

$VMM = \text{Velocidad media de la muestra (mil/h)}$

$I = \text{Intensidad total durante el tiempo de toma de muestra}$

$F_{vp,VMR} = \text{Factor de ajuste por vehículos pesados}$

$$VL = VBF - f_{LS} - f_A \quad (Ec. 7)$$

Donde:

$VL = \text{Velocidad libre – por estimación (km/h)}$

$VBF = \text{Velocidad base de flujo (km/h)}$

$f_{LS} = \text{Ajuste de ancho de carril y del ancho de berma}$

$f_A = \text{Ajuste por puntos de acceso}$

Tabla 2.5 Ajuste por el ancho del carril

Ancho de carril (m)	fls			
	Ancho de berma (m)			
	≤0.0<0.6	≤0.6<1.2	≤1.2<1.8	≥1.8
2.7<3.0	10.3	7.7	5.6	3.5
≤3.0<3.3	8.5	5.9	3.8	1.7
≤3.3<3.6	7.5	4.9	2.8	0.7
≥3.6	6.8	4.2	2.1	0

Manual de capacidad de carreteras HCM 2010

Tabla 2.6 Ajuste por el número de accesos

Puntos de acceso	fA
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥24	16.0

Manual de capacidad de carreteras HCM 2010

Demanda en el periodo de análisis para condiciones ideales

$$I_{ci,VMR} = \frac{IH,r,i}{FHP*ft,VMR*FVP,VMR} \quad (Ec. 8)$$

Donde:

I_{ci,VMR} = Demanda en tiempo de estudio, condi ideales, un sentido (vehlig/h)

I_{H,r,i} = Demanda en hora referida, condi normales, un sentido (veh lig/h)

$f_{t,VMR}$ = Factor de ajuste por tipo de terreno

$F_{vp,VMR}$ = Factor de ajuste por vehículo pesado

Factor de ajuste por % de no adelantamiento

Tabla 2.7 Tabla de velocidad libre

Demanda en el periodo de análisis para el sentido considerado $I_{ci, o, VMR}$ (veh lig/h)	% de zonas de no rebase				
	≤20	40	60	80	100
VL ≥65 mil/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.5	2.3	1.7	1.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1200	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1
1400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
VI = 60 mil/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4.0	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2.0
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
VL = 55 mil/h					

≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1200	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
1400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
VL = 50 mill/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2.0	3.3	3.9	4.0
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1200	0.4	0.4	0.7	0.8	1.0
1400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
VL = 65 mill/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4.0
400	0.9	0.5	2.0	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1200	0.3	0.3	0.6	0.7	1.0
1400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Manual de capacidad de carreteras HCM 2010

HCM define el nivel de servicio mediante el % de tiempo de seguimiento (PTS), porcentaje de velocidad libre (PVL) y velocidad media recorrida (VMR)

Tabla 2.8 Criterios de proporción de nivel de servicio

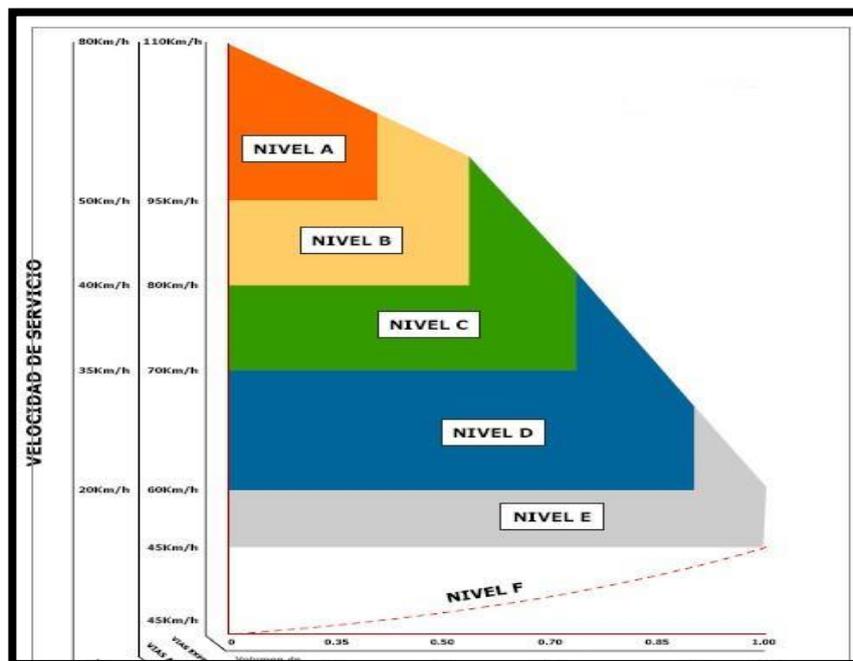
NS	Autopistas		Carreteras		
	Clase I (VMR–mil/h)	Clase II (VMR–mil/h)	Clase I (PTS-%)	Clase II (PTS-%)	Clase III (PVL-%)
A	>55		≤35	≤40	≥91.7
B	≥50-55		>35-50	40-50	>83.3-91.7
C	≥45-50		>50-65	55-70	>75-83.3
D	≥40-45		>65-80	70-85	>66.7-75
E	<40		>80	85	≤66.7

Manual de capacidad de carreteras HCM 2010

Variable dependiente: Nivel de servicio

MTC (2014) viene a ser el indicador que califica y cuantifica el estado de servicio de una vía y es utilizada como los propios límites admisibles en el estudio de una vía (p. 109)

Figura 2.1 Nivel de Servicio



Antonio Velardes Gonzales (1982)

El nivel de servicio es medido cualitativamente, es calificado con letras la rugosidad, la calzada, las señalizaciones y todos los elementos que conforma la vía, son evaluados y catalogados en una escala de nivel de servicio, para el reconocimiento de dichas fallas y la mejora de la serciabilidad y confort de la vía, todo esto siendo concerniente al mantenimiento y conservación vial.

Características geométricas

Cuentas Mario (2019) son características específicas de la vía, necesarias antes de calcular el nivel de servicio (p. 56).

Tabla 2.9 Parámetros geométricos

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Calzada	Compuesto por los carriles donde se desarrolla el tránsito
Berma	Continuación de la calzada que ayuda como soporte de borde
Cuneta	Recoge y guía el agua a continuación de la berma
Zona de no Rebase	Lugar específico donde los conductores no pueden maniobrar para adelantar a otro vehículo
Puntos de acceso	Son todas las entradas a zonas pobladas
Pendiente	Indica la inclinación de una carretera, con esta se puede determinar el tipo de terreno.

Fuente Diseño Geométrico de carreteras (2016)

Tabla 2.10 Clasificación de terreno

TIPO	%PENDIENTE	CARACTERISTICA
1	0% - 3%	Terreno plano
2	3% - 6%	Terreno ondulado
3	6% - 8%	Terreno accidentado
4	8%<	Terreno escarpado

Fuente Diseño Geométrico de carreteras (2016)

Densidad vehicular

Vega Zaira (2018) aclara que es la medida que describe que tan próximos están los vehículos unos de otros en la vía, siendo esta el número de vehículos en la vía, esta medida es ajustada en manera que aumenta el confort del conductor en el sentido de maniobrar en la vía (p. 41)

Densidad:

$$D = v / S (1 - 2) \quad (Ec. 4)$$

Donde:

$v =$ Razón de flujo (veh/hr)

$S =$ Velocidad promedio de viaje (km/hr)

$D =$ Densidad (veh/km)

Ajuste de demanda

$$I_{ci,i,VMR} = \frac{I_{H,r,i}}{FHP * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}} \quad (Ec. 5)$$

Donde:

$I_{ci,i,VMR} =$ Demanda en el periodo de análisis para condiciones ideales

correspondientes al sentido i (para determinar VMR)(veh lig/h)

$I_{H,r,i}$ = Demanda en la hora de referencia para condiciones reales correspondiente al sentido i (veh/h)

$f_{t,VMR}$ = factor de ajuste por tipo de terreno (para determinar VMR), $f_{VP,VMR}$ = factor de ajuste por vehículos pesados (para determinar VMR)

Categorías de nivel de servicio

Rogelio Espíritu (2020) El manual de carreteras brinda seis niveles de servicio, en lo que evidencia la operatividad y eficiencia de una vía.

Tabla 2.11 Niveles de Servicio

A	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad en la que desea desplazarse se elige sin restricciones • Cuando alcanzar a un vehículo más lento puedes adelantarlos sin tener demoras • Las condiciones de paso son libres y seguras
B	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad en la que se maneja se ve afectada por los demás vehículos • Presenta pequeñas demoras en ciertos tramos • Paso de estable velocidad
C	<ul style="list-style-type: none"> • La libertad de maniobrar y la velocidad de flujo son reducidas • El adelantamiento se ve afectado en demoras • Se forman colas de espera de pase
D	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad se ve reducida • Se forman colas de espera en puntos fijos • El adelantamiento es muy difícil • Circulación inestable
E	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad baja y casi llega la vía a su capacidad máxima • Se forman largas colas de pase • No se puede adelantar
F	<ul style="list-style-type: none"> • Largas colas • La vía está en su máxima capacidad • Circulación intermitente y forzada

Fuente Highway Capacity Manual (2000), Adaptación Propia

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Candelario Calix (2012) las investigaciones de carácter aplicativas netamente se encargan de resolver problemáticas sin buscar causales de estas. (p.38)

Esta investigación es de **tipo aplicada** puesto que esta buscará una solución próxima a las condicionales de la Av. Villa María para tener una mejora en el nivel de servicio.

Fernández Collado (2014) el **enfoque cuantitativo** sigue un orden por lo cual es secuencial, no permite saltarse pasos y es probatorio (p.4)

Esta investigación es de carácter cuantitativo por que la hipótesis será comprobada por los datos en recolección de la Av. Villa María analizados por el método HCM teniendo la idea de mejorarla.

Bernal Cesar (2011) los **diseños de investigaciones cuasi experimentales** ponen en juicio una hipótesis manipulando solo una variable. (p 56)

La investigación consta de diseño cuasi experimental – transversal puesto que se comprobará si el uso de la metodología HCM supone una mejora en el nivel de servicio de la avenida en estudio.

Molina Gonzales María (2019) **el nivel correlacional** mide y evalúa la relación de las dos variables.

La investigación sigue el diseño correlacional ya que esta mide a que magnitud las variables están entrelazadas. Puesto que la vía será evaluada la metodología HCM que supone en su hipótesis una optimización. Por lo que si hablamos de metodología HCM relacionamos una mejora o deficiencia en el nivel de servicio.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Método HCM

Cuentas Cárdenas Mario (2019) método que evalúa el nivel de servicio de las vías en base al flujo vehicular equivale a densidad vehicular por la velocidad de flujo en un kilómetro específico. (p .71)

Variable dependiente: Nivel de servicio

Domínguez Antony (2020) escala representada en letras que califica la operacionalización en un flujo vehicular. (p 25)

Ambas variables mencionadas se encuentran en los Anexos, respectivamente en la matriz de operacionalización de variables.

3.3 Población, muestra, muestreo unidad de análisis

A. Población:

Fabián Carpio (2016) trata del conjunto de características o casos accesibles elegidos por el autor de entre los cuales se conformará la muestra (p. 56)

En esta ocasión la población es toda la avenida villa maría del distrito de villa maría del triunfo la cual consta **1 km** de largo.

- Inclusión: Se tiene como idea contar toda la avenida Villa maría
- Exclusión: Ningún otro elemento que no sea la avenida villa maría será contado, entonces no se considera las avenidas adyacentes.

B. Muestra:

Alexandra Morillo (2018) es la selección de elementos de la población bajo un criterio con la intención de realizar una investigación. (p. 75)

Para este caso la muestra seleccionada es el **km 00+538** hasta el **km 01+860**, puesto que en esta parte de la avenida es donde se desarrolla el tráfico ya que es una zona comercial.

C. Muestreo:

Castro Ribeiro (2016) Es el proceso por medio de un método para seleccionar una muestra (p. 89)

Domínguez Anthony (2020) muestreo no probabilístico selecciona casos a criterio del autor y el intencional o por conveniencia toma al más representativo.

Para esta investigación **el muestreo es no probabilístico intencional** puesto que se toma la característica más crítica.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Antonio Melo (2006) medir y reunir datos es el enfoque sistemático que sigue la recolección de datos (p. 96)

Morlote Norma (2017) la observación directa es la técnica empleada por el investigador cuando está en directo contacto con el lugar o fenómeno al que se estudia. (p.129)

Para esta ocasión se usará **la observación directa como técnica** pues los datos están en la misma vía para hallar el nivel de servicio según dicta el método HCM. La confiabilidad y validez para los instrumentos son puestas a prueba por 3 ingenieros colegiados y en actividad de la profesión. Adicionalmente se empleará la plantilla emitida por el MTC para el conteo vehicular de la misma Av. Villa María.

3.5 Procedimientos

Los presentes puntos presentados son los que se seguirán para cumplir con los objetivos planteados

Para la aplicación del método propuesto

- La ficha y el instrumento de investigación es revisada por ingenieros activos en su labor para cumplir con su validación.
- Se aplicará los estatutos del Manual de carreteras en la implementación del método HCM con el fin de obtener el NS de la avenida en estudio.

- Se harán el conteo vehicular diario que consta de una semana en el tramo establecido para el estudio km 00+538 a km 01+860.
- Se toma los datos característicos del mismo pavimento, tamaño de carril, cuneta, vereda, con el fin de contrastar las diferencias en un nuevo y mejorado diseño
- Se determinará el tipo de terreno con el respectivo estudio del mismo en el señalado laboratorio.
- Del nivel de servicio que se determine se señalará una solución para determinado caso.
- Se realizará un nuevo diseño aplicando la solución y verificando su mejoría con los programas señalados que son civil 3d y Synchro.

3.6 Método de análisis de datos

Se usará Excel para el desarrollo de los cálculos, realizar los diseños, planos y mapeos civil 3d y por último el programa Synchro para simular el tránsito y su mejoría. Además de la guía de un asesor profesional.

3.7 Aspectos éticos

Se respetará y reconocerá todo aporte a cada autor con su respectiva cita bajo el manual APA.

Doy fe que se cumplirá todo lo mencionado y se cumplirá el código de ética propuesto por el Colegio de ingenieros.

IV. RESULTADOS

4.1. Investigación general

El conteo vehicular fue realizado por el investigador en un plazo de una semana, separando y contando los vehículos según dicta el formato establecido por el MTC. El horario fue desde las 8:00 am a 12:00 pm y de 3:00 pm a 8:01 pm. En continuidad el presente dará inicio a los pasos en consideración.

4.2. Pavimento en estudio

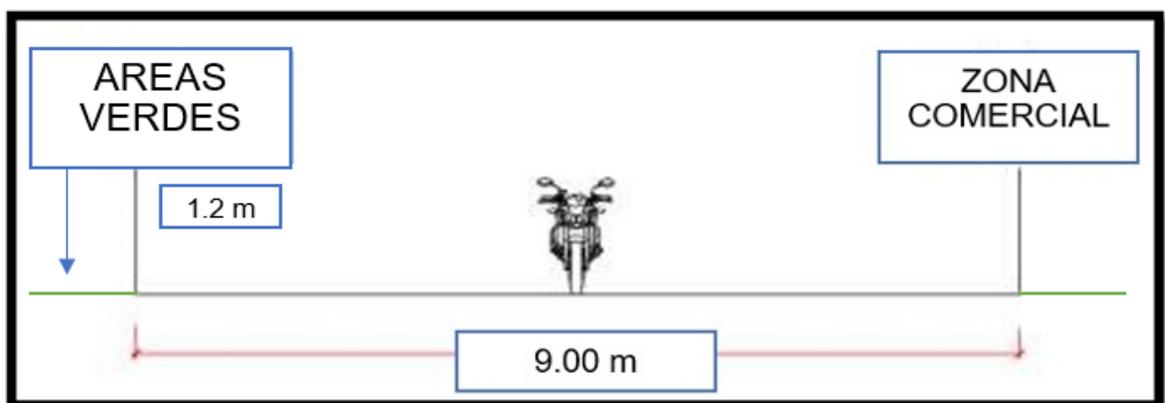
Se estudió la Avenida Villa María en Villa María del Triunfo de la ciudad de Lima. Compuesta por pavimento flexible comunica al distrito en sus dos secciones, siendo la parte alta la comercial y parte alta compuesta por asentamientos, es decir que hay presencia de autos de transporte publico además vehículos informales de transporte, como también autos particulares.

4.3. Características

4.3.1. Sección transversal

El tramo en estudio es desde el km 00+538 a km 01+860, la cual está construida de pavimento flexible de inicio hasta el fin de la avenida de una calzada de 9.00 m que cuenta con dos carriles de 4.40 m en una sola dirección, sin sardineles y presencia de áreas verdes de 1.20 m.

Figura 4.1 Sección Av. en estudio



Elaborado por el autor

4.3.2. Señales viales

La vía no cuenta con señales donde el conductor tome en cuenta las zonas de no rebase y lugares del carril donde se pueda adelantar

4.3.3. Puntos de acceso

Esta avenida cuenta con los siguientes accesos a lo largo de sus dos kilómetros

Tabla 4.1 Punto de acceso de avenida en estudio

VIA DE ACCESO	KM	NOMBRE
1	00+00	AV. NICOLAS DE PIEROLA
1	00+100	PIEROLA
1	00+210	JR SANTA CRUZ
1	00+290	JR UNIÓN
1	00+400	JR PROGRESO
1	00+500	JOSE OLAYA
1	00+600	MELGAR
1	00+700	SAN FRANCISCO
1	00+800	JR SOJÉ GALVEZ
1	00+900	JR AUGUSTO SALAVERRY
1	01+000	11 DE AGOSTO
1	01+100	SANTOS CHOCANO
1	01+200	LIBERTAD
1	01+320	JR RICARDO PALMA
1	01+380	MARISCAL CÁCERES
1	01+500	JR SAN ANTONIO
1	01+600	VICTOR FAJARDO
1	01+700	PEDRO VALLE MEDINA
1	01+800	AV. SAN JOSÉ
1	01+900	JR INDEPENDENCIA
1	02+000	JR SANTA CRUZ

Elaborado por el autor

Siendo el Jr. Progreso y José Olaya las avenidas con mayor concurrencia vehicular

4.3.4. Pendiente

Basada en lo que respecta al perfil de la avenida en estudio separada por segmentos

Tabla 4.2 Porcentaje de pendiente

N°	KM		UBICACIÓN EN COTA		m	PENDIENTE %	VERIFICACIÓN
	STAR	FIN	(1)	(2)			
1	STAR	FIN	(1)	(2)			
2	00+00	00+105	150.61	155.10	100	0.3	Positivo
3	00+105	00+160	154.80	155.00	50	0.2	Negativo
4	00+160	00+200	156.30	153.6	72	1.4	Negativo
5	00+200	00+380	159.10	153.8	59	0.9	Positivo
6	00+380	00+395	154.20	153.8	53	0.2	-
7	00+395	00+460	151.90	153.1	77	0.4	Negativo
8	00+460	00+610	152.80	153.2	92	0.6	Positivo
9	00+610	00+750	151.40	155	235	0.4	Positivo
10	00+750	00+800	153.50	154.9	20	0.2	Negativo

Elaborado por el autor

Se obtuvo que la pendiente es de 0.8 %, también se corroboró para determinar el tipo de terreno los resultados de los estudios básicos de suelos en laboratorio. El cual es plano

La metodología HCM requiere de las siguientes características del terreno

Tabla 4.3 Características necesarias

Características Geométricas	Av. Villa María
Ancho de calzada	9.00 m
Ancho de carril	4.40 m
Ancho Berma de entrada	--
Ancho Berma de salida	--
Ancho de cuneta	--
% Zonas de no rebase	--
Puntos de acceso	2
Pendiente promedio	0.8 %

Elaborado por el autor

4.4. Trafico

4.4.1. Conteo vehicular

Para tener un mejor control de toda la diversidad vehicular que transita por la vía en estudio el conteo se ubica en diferentes zonas, de manera que se logra tener un mayor panorama vehicular.

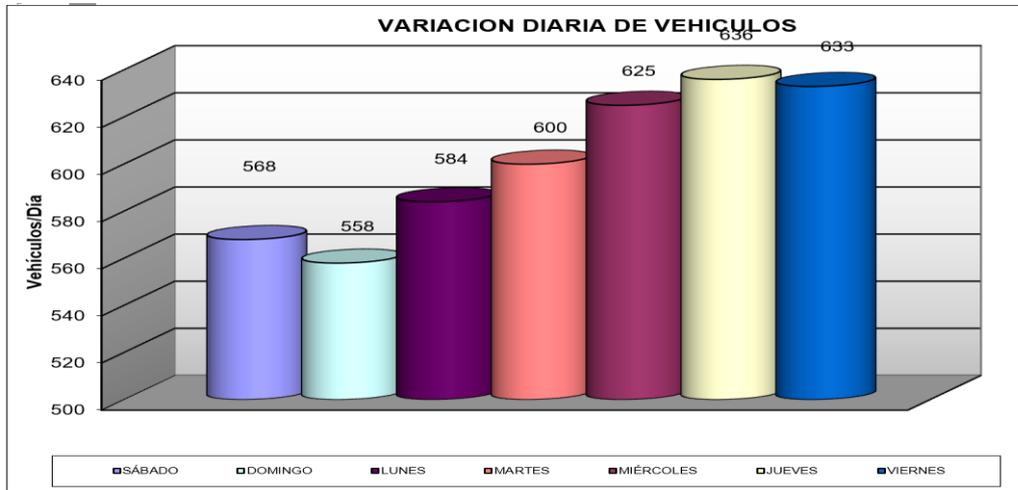
Los días de los conteos fueron desde el primero de noviembre hasta el día domingo siete del mismo mes, tomando el conteo de una semana completa se obtiene el volumen de la avenida a estudiar.

Tabla 4.4 Volumen de la vía en estudio

DIA	MOTO TAXI	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMIRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
SÁBADO	298	169	14	6	2	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	568	13.51
DOMINGO	296	171	14	7	2	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	558	13.27
LUNES	311	177	12	4	8	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	584	13.89
MARTES	318	186	18	4	2	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	14.27
MIÉRCOLES	299	184	18	30	7	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	625	14.87
JUEVES	304	185	21	16	15	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	636	15.13
VIERNES	303	175	29	30	12	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	633	15.06
TOTAL	2129	1247	126	97	48	557	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4204	100.00
IMD	304	178	18	14	7	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	601	
%	50.58	29.62	3.00	2.33	1.16	13.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS																

Formato del MTC conteo vehicular

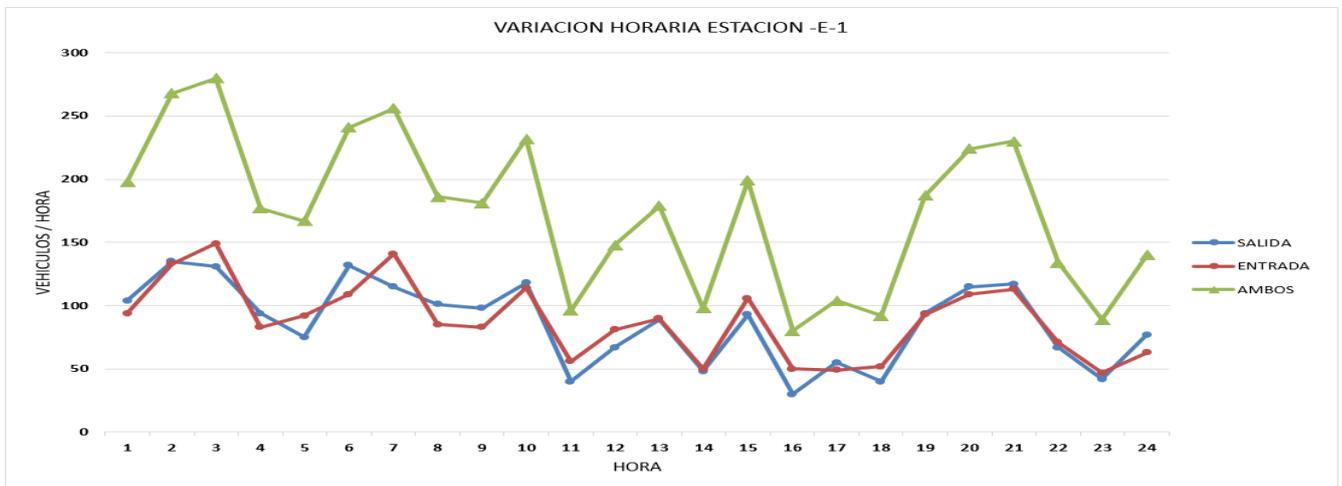
Figura 4.2 Variación en el conteo diario



Plantilla del MTC

El día de la semana con mayor presencia vehicular es el jueves, teniendo 636 vehículos en circulación sobre la calzada.

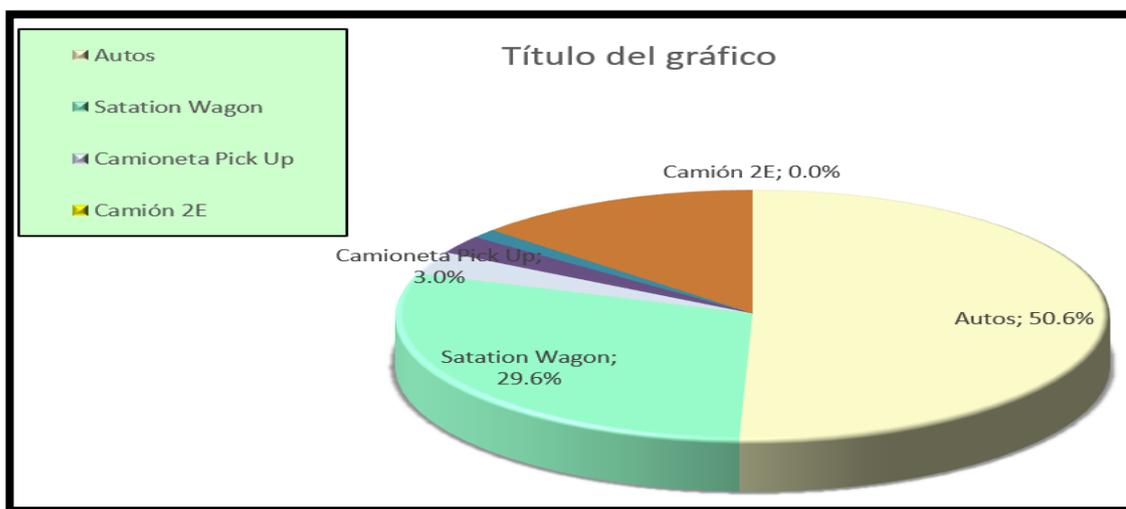
Figura 4.3 Horario de índice vehicular



Plantilla del MTC

Los índices más altos de concurrencia vehicular se dieron a las 10:00 am con un promedio de entre 250 a 300 veh y a las 2:00 pm con un promedio de 250 veh. En formación vehicular se tomaron los tipos de vehículos en circulación, considerando a los autos como moto taxi.

Figura 4.4 Composición vehicular en hora de mayor demanda



Plantilla del MTC

4.4.2. Trafico distribuido en carril

En la aplicación del método HCM se toma en cuenta el tráfico distribuido en cada carril, pudiendo ser la distribución, siempre y cuando el caso lo requiera: de manera equitativa, es decir distribuir el tráfico en mitad de la calzada o en mayores proporciones en un carril.

El porcentaje vehicular en cada uno de los carriles se puede determinar con el volumen vehicular ya obtenido.

Tabla 4.5 Distribución del tráfico vehicular

CARRIL	L	M	M	J	V	S	D	X CA- RRIL	TOTAL	%	%ASUMIDO
ENTRADA	6396	6376	6351	6289	6370	6499	6510	44791	89160	50.24	50
SALIDA	6305	6349	6298	6256	6307	6426	6428	44369		49.76	50

Elaborado por el autor

La entrada posee un 50 %redondeado del volumen mientras que el carril de la salida tiene un 49 % por lo que se infiere una distribución equitativa para ambos carriles.

4.4.3. Hora Pico

Este factor lo desarrollamos con la ecuación N°3 del mismo nombre, obteniendo.

Tabla 4.6 Hora pico

Día máx	Hora pico	Tiempo cada 15 mins				Total x hora	15 mins	FHP
		00 -15	15 - 30	30 - 45	15 -60			
Jueves	10 am - 2 pm	253	305	250	265	1070	310	0.8

Elaborado por el autor

4.4.4. Velocidades en vía

Se considera principalmente las velocidades empleadas por los vehículos al atravesar la vía. Es decir un promedio de las velocidades para lo cual se toma un tramo de la vía y un horario específico, en este caso se tomará una cuadra de 100 m y el horario de más baja demanda vehicular.

Tabla 4.7 Promedio de velocidad en vía

Velocidades promedio de rodaje (km/h)						
Dirección	Motos lineales	Moto taxi	Auto común	Station Wagon	Camioneta	Micro
Entrada	36.54	30.20	24.63	27.69	28.45	19.50
Salida	39.80	35.61	28.60	31.30	23.90	23.60
Prom .veh	60.1	304.3	250.5	179.2	18.2	80.0
Prom km/h	30.46					

Elaborado por el autor

4.5. Método HCM

Se realizó la capacidad de vía con el resumen de datos en función a la entrada a la avenida en estudio.

Tabla 4.8 Datos de la capacidad de vía

Vía analizada		
Datos	Valor	Unidad
Demanda Total en ambos sentidos	506	Veh/h
Reparto por sentido	50	%
PHF	0.8	
Zonas de no rebase	0	%
Tipo de terreno	Plano	
% Camiones	0	%
% Veh recreacionales	0	%

Elaborado por el autor

4.5.1. Estado actual de vía

4.5.1.1. Capacidad vial

Se utilizó el volumen de tráfico en los carriles para determinar la capacidad aplicando la ecuación N°1.

1. Demanda de vehículos de una sola dirección en función al factor de hora de mayor demanda por medio de la ecuación N°2

$$Ivph = 536/0.9$$

$$Ivph = 596 \text{ veh/h}$$

2. El tipo de terreno direccionará el factor de ajuste por lo que se requirió la demanda de vehículos de una sola dirección en función al factor de hora de mayor demanda en el paso N°1.

Tabla 4.9 Resumen de datos para ft, VMR

Hallando ft, VMR (Factor de ajuste por el tipo de terreno)		
Camiones l_{vph} (veh/h)	Terreno	Factor de ajuste ft, VMR
500	Plano	1.00
596		1.00
600		1.00

Elaborado por el autor

3. Se necesitó el tipo de terreno y la demanda de vehículos dando con el factor de vehículos pesados

Tabla 4.10 Resumen de datos para E_c y E_r

Vehículos ligeros que empaten a camiones (E_c) y veh. Recreacionales (E_r)		
Veh ligeros	Terreno: Plano	
	E_c	E_r
500	1.20	1.00
596	1.10	
600	1.10	

Elaborado por el autor

Interpolando se obtuvo:

$$E_c = 1.10$$

$$E_r = 1.00$$

Además de no tener presencia de vehículos recreacionales por lo que el factor de ajuste por vehículos es:

$$f_{vp,VMR} = \frac{1}{1 + 0(1.10 - 1) + 0(1.00 - 1)}$$

$$f_{vp,VMR} = 1.00$$

4. Con los resultados obtenidos se pudo hallar la capacidad vial para un solo sentido

$$C_{v,VMR} = 1700 * 1.00 * 1.00$$

$$C_{v,VMR} = 1700 \text{ veh/h}$$

4.5.1.2. Nivel de servicio actual

Se aplicó la ecuación N°5 para una carretera de segunda clase.

1. Se usó los resultados de la velocidad media (VMM), la intensidad vehicular para ambos carriles y el factor de ajuste por vehículo pesado (fvp, VMR) para hallar la velocidad libre.

$$VL = 18.26 + 0.00776 * \frac{1073}{1.00}$$

$$VL = 26.60 \text{ mill/h}$$

2. También se aplicó los resultados de la capacidad vial para hallar la demanda en el periodo de análisis en condiciones ideales para los dos carriles.

$$I_{ci,VMR} = \frac{536}{0.9 * 1.00 * 1.00}$$

$$I_{ci,VMR} = 596 \text{ veh} \frac{\text{lig}}{\text{h}}$$

3. Factor de ajuste por zona de no rebase

Tabla 4.11 Datos de f_{na} , VMR

VL ≤ 45 mill/h	
lci, VMR	% de zonas de no adelantamiento (≤ 20)
400	0.90
596	0.41
600	0.40

Elaborado por el autor

Interpolando se obtiene:

$$f_{na, VMR} = 0.41$$

4. Se usó la Ecuación 5 para la velocidad media (VMR) además de tener el resultado de IMDA que es de 506 veh/h especificado en los anexos.

$$VMR = 26.60 - 0.00776 * (596 + 596) - 0.41$$

$$VMR = 16.93 \text{ mill/h}$$

Con el VMR, IMDA y la Vel. Promedio es posible obtener el nivel de servicio de la vía en estudio que es nivel "E" la cual menciona que la circulación vehicular está a punto de exceder a su capacidad.

4.5.1.3. Simulación

Synchro es un programa de simulación de tránsito donde permite apreciar la circulación y tráfico de las vías en un tiempo establecido. Esta emplea HCM en sus diseños por lo cual es una herramienta infaltable en esta investigación.

1. La vía en estudio y las dos vías de mayor influencia en el tráfico cuentan con la cantidad de vehículos que entran y salen en este siguiente cuadro:

Tabla 4.12 Cantidad vehicular de accesos

DIRECCIÓN	DESTINO	Veh/h
Entrada	Av. Villa María	980
Salida	Av. Villa María	810
Entrada	José Olaya	600
Salida	José Olaya	420
Entrada	Jr. Progreso	580
Salida	Jr. Progreso	390

2. Los datos insertados para la simulación fueron

Tabla 4.13 Datos en Synchro

FHP	0.8
Ancho de carril	4.40 m
Pendiente	0.8%
Capacidad de la vía	1700 veh/h

Elaborado por el autor

Se comprobó que el nivel de servicio es “E” con el simulador ingresando los datos obtenidos.



Figura 4.5 NS “E” vista 2D



Figura 4.6 NS “E” vista 3D

4.5.2. Optimización del NS

Ya teniendo el nivel de servicio se puede verificar que cambios son los correspondientes para observar una mejoría para los cual se harán mención los parámetros observados y cambiados.

Tabla 4.14 Cambios considerados

Vía Analizada		
Parámetro	Valor	Unidades
Demanda total en ambos sentidos	536	veh/h
Reparto por sentido	0.8	%
PHF	0.8	
Zonas de no rebase	0	%
Tipo de terreno	Plano	
% de Camiones	0	%
% de vehículos recre	0	%
Velocidad Máxima vehicular	50	km/h
Ancho de carril	5	m
Puntos de acceso	2	
Pendiente promedio	0.8	%

Elaborado por el autor

El cambio en el carril y en la velocidad está basado en el Manual de carretas Diseño Geométrico (MTC-2018) siendo como una base los resultados del IMDA que tiene la condición mínima de ancho 3.60 m y la velocidad en acorde al tipo de vehículo que surcan la avenida son de tipo ligero de dos y tres ruedas.

4.5.2.1. Nuevo cálculo de NS

1. Ya con la vel máxima en carril anteriormente se determinó la Vel libre aplicando la ecuación 7.

$$VL = 50 \text{ km/h} - 2.10 - 2.00$$

$$VL = 49.5 \text{ km/h}$$

2. Demanda en tiempo estimado para condiciones normales, también con distribución equitativa para los dos carriles.

$$I_{ci,VMR} = \frac{268}{0.9 * 1.00 * 1.00}$$

$$I_{ci,VMR} = 298 \text{ veh} \frac{\text{lig}}{\text{h}}$$

3. Se determinó el factor de ajuste para partes de la vía donde se admiten rebase

Tabla 4.15 Datos para fna, VMR

VL ≤ mill/h	
Ici, VMR	% de no adelantamiento (≤ 20)
200	0.9
298	0.9
400	0.9

Elaborado por el autor

Interpolamos y tenemos el resultado:

$$f_{na,VMR} = 0.90$$

4. Velocidad media en tiempo de recorrer la vía

$$VMR = 49.50 - 0.00776 * (298 + 298) - 0.90$$

$$VMR = 41 \text{ km/h}$$

$$VMR = 25 \text{ mill/h}$$

Con el VMR, IMDA ya podemos obtener el nivel nuevo de la vía en estudio, que es “B” lo cual refiere a que hay un aumento de velocidades pero una disminución de maniobrabilidad pero compensada con un ampliamiento de carriles, adicionando un nuevo orden a no tener la presencia de mototaxis estacionados en los paraderos informales.

4.5.2.2. Nueva simulación

Para el siguiente diseño se aplicó los parámetros nuevos obtenidos mencionados anteriormente y en las siguientes figuras se puede apreciar un congestionamiento moderado el cual tiene como carácter la fluidez y orden en la circulación de la vía. La cual lleva como Nivel “B”



Figura 4.7 NS “E” vista 2D



Figura 4.8 NS “E” vista 2D

4.6. Diseño Geométrico

4.6.1. ESALs

1. Se toma en consideración el factor direccional siguiente

Tabla 4.16 Factor direccional y de carril

Calzadas	Sentidos	Carriles por sentido	Factor Direccional (FD)	Factor de Carril (FC)	Factor Ponderado (FDxFC)
1	2	1	0.5	0.8	0.5

Elaborado por el autor

2. Se considera 20 años en el factor de crecimiento poblacional, que el MTC lo considera como un valor mínimo, en un 1.5% en tasa de crecimiento para Lima.

$$Fca = \frac{(1 + 0.014)^{20} - 1}{1.4}$$

$$Fca = 22.90$$

3. Se continúa con le factor por vehículo pesado

Tabla 4.17 Factor camión para la avenida en estudio

TIPO DE VEHICULO	PESO MÁXIMO EN (TN)				FACTOR EE			FACTOR CAMION	
	EJE DELANTERO	EJE 1	EJE 2	EJE 3	EJE DELANTERO	EJE 1	EJE 2		EJE 3
MOTO LINEAL	1				0.0004				0.0004
MOTOTAXI	1				0.0004				0.0004
AUTO	7				1.2728				1.2728
STATIONWAGO	7				1.2728				1.2728
CAMIONETA PICKUP	7				1.2728				1.2728
CAMION (C2)	7	10			1.2728	2.256			3.5289
CAMION (C3)	7	16			1.2728	2.134			3.4063

Elaborado por el autor

4. Calculo para consideración de los ejes equivalentes

Tabla 4.18 ESALs para pavimento flexible

Tipo de vehículo	EE	Fca	Año	ESALs
MOTO LINEAL	0.67	22.9	365	5591
MOTOTAXI	1.31	22.9	365	11002
AUTO	54.98	22.9	365	530689
STATIONWAGO	61.09	22.9	365	531975
CAMIONETA PICKUP	58.04	22.9	365	571682
CAMION (C2)	19.76	22.9	365	175724
CAMION (C3)	4.09	22.9	365	51249
Total				1877912

Elaborado por el autor

V.DISCUSIÓN

1. La avenida Villa María tiene de carriles de 4.40 m de ancho, la calzada de 9 m, sin presencia de cunetas, ni berma, ni zonas de no rebase y su flujo máximo vehicular es de 1070 veh/h. siendo esta avenida sometida a HCM 2010 se obtiene que es de nivel "E" para mejorarla se cambiaron los parámetros más desfavorables.

Domínguez (2020) de la vía estudiada de dos carriles de 5.30 m, con cuneta y berma regular, con una demanda vehicular 1503 veh/h. Con HCM se da con el nivel "F" para la cual se recomienda un nuevo rediseño de la vía ya que la actual es muy desfavorable.

2. La vía con calzada de 4.40 m fue cambiada a 5.00 m de manera que se incremento la capacidad vial y velocidad libre en los dos carriles, mientras que otra opción hubiera sido dividir los carriles en 2 sentidos pero en este caso, resultó favorable la implementación de un solo sentido.

Corrales (2019) la avenida presenta un NS "F" ya que cuenta con una demandad de 2635 veh/h para la cual recomiendan ampliar la vía y dividirla en dos sentidos cada una con la nueva implementación en su diseño se alcanzó el NS "C".

3. Las diferencias de las velocidades libres que se obtuvieron para la avenida estudiada en los niveles "E" y "B" son de 26.60 mill/h y 49.50 mill/h por lo cual apreciamos que el NS está influenciado por muchos aspectos de avenida, uno de ellos es la velocidad libre.

Cuentas (2019) Para solucionar el bajo NS de su vía en estudio se aumenta la velocidad libre permitida con las respectivas señalizaciones, por la cual se asegura un cambio y mejoría del NS por lo cual supone mayor confort en la demanda.

4. Implementando HCM se aumento el NS de la avenida Villa María, identificando sus deficiencias, corrigiéndolas y rediseñando geométricamente la vía, obteniendo

un nuevo nivel "B", el ordenamiento y operacionalización vehicular se da con la señalización y paradero formal.

Ordoñez (2016) Apreció las señales recomendándolas en su estudio como solución de mejora de su vía que muestran divisiones en ambos carriles, con el resultado de un nivel "B" para un nivel "C".

5. Los accesos de mayor aporte al tráfico de la vía estudiada son, Jose Olaya y Jirón Progreso, sin embargo estos salen de la avenida al tener mayor libertad de tránsito por lo que las avenidas de salida son prontas para estos.

Cerquera (2018) Recomienda apreciar los vehículos en entrada hacia las avenidas que dan acceso hacia la vía en estudio, por que así se puede apreciar cuanto influye la vía con las intersecciones.

6. El programa synchro aplica el método HCM en sus cálculos de simulación por el cual se puede comprobar si los cambios pretendidos son en realidad una mejoría en la avenida, además de incrementar y disminuir los flujos vehiculares de las vías de acceso. por lo que fue clave para el trabajo.

Murillo (2018) Aplicando synchro a sus análisis mejoraron el tiempo de los semáforos de su avenida por el cual obtuvieron la mejoría de un nivel "C" a "D" por lo que recomienda el uso del mismo programa para futuras investigaciones referentes al NS.

7. Con HCM se conoce es estado de la vía en sentido del flujo vehicular en un tiempo estimado, lo cual es necesario para estudios con el incremento poblacional e incremento de demanda vehicular.

Olivares (2020) recomienda cada uno de los procedimientos implementados de su investigación vial aplican como apoyo de proyectos futuros que contemplan el crecimiento poblacional el cual supone un incremento vehicular.

8. Para concluir con la solución se implemento un nuevo diseño geométrico aplicando las correcciones de la vía por la cual se apreció diferentes factores que son necesarios poner al margen de las normas de diseño geométrico para su correcta ejecución.

Castro (2016) aplicó un nuevo diseño en el cual proyecta el nuevo NS en el cual dio nuevas referencias de los cambios añadidos en su vía por el cual recomienda hacer un previo diseño antes de realizar cambios a las características viales.

VI.CONCLUSIONES

1. Se determinó que HCM mejora el nivel de servicio de la avenida Villa María. Por lo que en un primer análisis se determinó que esta cuenta con el nivel “E” por lo que se pudo determinar cuales son los factores en los cuales debe mejorar. Realizando un segundo análisis con los factores mejorados se dio con el nivel “B”

2. Se evaluó que HCM si afecta las características geométricas de la avenida por lo que se amplía las calzadas a 5.00 m, además de aplicar señales de identificación de carriles aumento de velocidades en ciertos tramos de una avenida e implementación de paraderos formales para los vehículos ligeros de transporte público.

3. Se estableció que el método HCM mejora la densidad vehicular, por que al aplicarlo se debe identificar los tipos de vehículos y las cantidades que circulan en la avenida. El IMDA fue de 509 veh/h y casi todos son vehículos ligeros mayormente constituidos por mototaxis. Por lo que aplicando el manual de carreteras de diseño geométrico se plantea un diseño geométrico optimo para hacer mejora a la demanda actual de dicha avenida. Comprobando su veracidad con el programa de simulación synchro.

4. Se determinó por último que el método HCM clasifica los resultados si son óptimos o desfavorables de una avenida, por lo que la avenida villa maría es determinada con el nivel “E” teniendo en cuenta cuantos vehículos y sus tipos son los que circulan, además de tener en cuenta la hora pico, la velocidad promedio en la que viajan los vehículos, si cuenta esta avenida con zonas de rebase, la pendiente y el ancho de la calzada y carriles.

VII.RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar esta metodología en avenidas o jirones donde presente con el pasar del tiempo desarrollo comercial, ya que este factor hace que aumente la congestión vehicular y el desorden por que seria necesario actualizar los entornos de nuestro país.

Se recomiendo la verificación previa del tipo de carretera antes de la aplicación del método HCM para corroborar si cumple los requisitos para ser aplicable el método.

La aplicación del programa synchro fue clave para corroborar con los cambios propuestos que suponen una mejoría en lo cual se basa los estudios.

PCI y HCM sirven para evaluar pero destacan en diferentes especialidades HCM en la geometría de la vía y los tipos y cantidades vehiculares que circulan en ella, mientras que PCI se centra en el pavimento y sus fallas futuras. por lo que sus aplicaciones pueden darse para casos específicos, según lo requiera el investigador o el caso.

Cada señalización y pase debe estar en la conciencia de cada conductor por lo que se recomienda fomentar información a los conductores además de tener en cuenta los paraderos, ya que esto mejora la circulación vehicular en gran medida.

REFERENCIAS

“Mejoramiento del nivel de servicio empleando el método HCM en la Av. Aeropuerto, Pucallpa, 2020”. **Rogelio, Espíritu. 2020**. Pucallpa : s.n., 2020.

AASHTO . Officials, American Association of State Highway and Transportation. 1922. EE:UU : s.n., 1922.

Aldo, Aliaga Alarcon. 2012. *Metodología de la investigación*. México - CDMX : s.n., 2012.

Alvarado, Rodrigez Valencia. 2017. *Uso de percepciones para determinar el nivel de servicio peatonal*. Bogotá : s.n., 2017.

Análise crítica de cruzamentos semaforizados em área urbana - baseada no HCM-85. **Melo, Antonio. 2006**. Brazil : Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

Análisis de la capacidad vial y nivel de servicio según la metodología de Highway capacity manual (HCM 2010) en las intersecciones semaforizadas en la Av. De la Cultura-Tramo: Jr. Cahuide - Calle Urb. Santa Ursula, en la ciudad del Cusco. **Huamán, Jorge Rivas. 2017**. Cuzco : s.n., 2017.

ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC) Y EL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA. **González, María Esperanza Molina. 2019**. Madrid : s.n., 2019.

ANALYSIS OF TRAFFIC CONGESTION FOR THE IMPROVEMENT OF A MAIN ROAD IN GUAYAQUIL-ECUADOR. **Ziad, Tarek. 2020** . GUAYAQUIL-ECUADOR : s.n., 2020 .

ANTHONY, DOMINGEZ VÁQUEZ. 2020. *ANALAI SI DEL NIVEL DE SERFVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO HCM 2010*. LIMA : s.n., 2020.

Artículo de capacidad vial y nivel de servicio cambios de temperatura. **Rosales, Miguel García. 2015**. Puno : s.n., 2015.

Artículo de capacidad vial y nivel de servicio. **Gonzales, Daniel Saavedra. 2016**. Trujillo : s.n., 2016.

Artículo de nivel de servicio mediante métodos empiricos. **Vermorel, Joannès. 2014**. Barcelona : s.n., 2014.

Artículo de nivel de servicio. **Vermorel, Joannès. 2014**. Barcelona : s.n., 2014.

Artículo pavimentos y fecciones pluviales . **Tello, Cristian Filipa. 2017**. Iquitos - Perú : s.n., 2017.

Atienzar Lopez , Ose Alfonso. 2019. *Estudio de capacidad y nivel de servicio y propuesta de actuación en el tramo de vía.* Valencia : s.n., 2019.

Bastar, Sergio Gomez. 2017. *Métodología de la investigación .* s.l. : 978-607-733-149-0, 2017.

BERNAL, CESAR A. 2011. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .* 2011.

BORON, ATILIA A. 2012. *Metodología de la Investigación .* 2012.

Candia Guzman , Kevin Luis. 2019. *Determinacion del nivel de servicio y estimacion del costo que supone mejorar la carreta.* cusco : s.n., 2019.

Caracterización del material particulado en dos vías de transporte público colectivo y masivo en Bogotá. **Valderrama, Mónica Espinosa. 2016.** Bogotá : s.n., 2016.

Corrales , Saúl. 2019. *ANÁLISIS OPERACIONAL PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD VIAL Y DE SERVICIO DE LA VIA NACIONAL .* Cusco : s.n., 2019.

CUENTAS CARDENAS , MARIO ESLENDER . 2019. *Determinacion de la capacidad vial y nivel de servicio, según manual de capacidad de carreteras (HCM 2010) en vía PE-3S tramo arco tica tica- izcuchaca.* Cusco : s.n., 2019.

DEFINICIONES DE LOS ENFOQUES. **Collado, Carlos Fernández. 2014.** México : s.n., 2014.

Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) y. **Argudo, Diana Alexandra Morillo. 2018.** Cuenca : s.n., 2018.

Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) y comparación con el manual de capacidad HCM. **Carpio, Fabián. 2016.** Huayaquil : s.n., 2016.

Diseño Geométrico de carreteras . **comunicaciones, Ministerio de Transportes y. 2016.** Lima : s.n., 2016.

ENRIQUE, BERNARDO ZÁRATE CARLOS. 2019. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* 2019.

ESCOBAR, ARTURO ANDRÉS HERNÁNDEZ. 2009. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .* 2009.

Estudo de nível de serviço e capacidade viária - método HCM 2010. **Ribeiro, Castro. 2016.** Rio : s.n., 2016.

Flor, Cerquera. 2018. *Determinacion del nivel de servicio mediante aforos .* Quito - Ecuador : s.n., 2018.

guillermo, oirdíñez. 2016. *HCM 2000.* 2016.

Highway Capacity Manual 2000. **2000, Highway Capacity Manual. 2000.** 2000.

- Joel, Rodrigez Jeres. 2018.** *Metodologías de investigación científica.* 2018.
- Lopez Ponce, José Luis. 2019.** *Diagnóstico de capacidad y nivel de servicio de la avenida universitaria en la ciudad de Jipijapa .* Manabí : s.n., 2019.
- LOPEZ, CANDELARIO CÁLIX. 2012.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.* MEXICO : Servicios Editoriales Once Ríos, 2012.
- Lucio, Pilar Baptista. 2015.** *Metodología de la investigación .* 2015.
- Manual de capacidad vial . comunicaciones, Secretaria de trasportes y.* 2016. mexico : s.n., 2016.
- Manual de carreteras . MTC. 2018.* 2018.
- MARTIN, PAUCARA ROJAS. 2018.** *EVALUACION DEL NIVEL DE SERVICIO EN FLUJOS VEHICULARES DE LAS INTERSECCIONES VIALES .* TACNA, PERU : s.n., 2018.
- Mejía, Edison Damian Cabezas. 2018.** *Introducción a la metodología de la investigación científica.* Quito : s.n., 2018.
- MTC. 2014.** *CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.* LIMA : s.n., 2014. pág. 86.
- . **2014.** *Manual de conservación vial.* 2014.
- . **2018.** *MEJORAS EN LA SEGURIDAD VIAL.* 2018.
- Nivel de servicio . Roldan, Antonio Velardes Gonzales -.* 1982. Madrid : s.n., 1982.
- Olivares Espinoza, Yenifer Yazmín. 2020.** *Evaluación del nivel de servicio vehicular y peatonal para el.* CHICLAYO- PERÚ : s.n., 2020.
- OMS. 2019.** 2019.
- Pavimentos en infraestructura vial aplicando promedios de transitos viales .*
- Arsenio Vallverdu. 2015.** Valparios - chile : s.n., 2015.
- Pavimentos en infraestructura vial.* **Arsenio Vallverdu. 2015.** Valparios - chile : s.n., 2015.
- Paz, Guillermina Baena. 2017.** *Metodología de la.* s.l. : 978-607-744-748-1, 2017.
- Quispe, María Del Rosario Alcántara. 2018.** *ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR DE LA.* CAJAMARCA – PERÚ : s.n., 2018.
- Rivero, Daniel. S Behar. 2018.** *Metodología de la investigación .* s.l. : 978-959-212-783-7, 2018.

Rocha, Carlos I. Muñoz. 2015. *metodología de la investigación* . Benito Juárez - MEXICO : s.n., 2015.

RODRÍGUEZ, ALEJANDRO MÉNDEZ. 2010. *Métodologuía de la investigación* . 2010.

Ronald, Angulo Valladares. 2016. *Los niveles de la investigación* . Lima : s.n., 2016.

RUDDY, PALOMINO RAMIREZ. 2017. *PROPUESTA DE MEJORA SOSTENIBLE DEL NIVEL DE SERVICIO DE UNA INTERSECCION* . LIMA : s.n., 2017.

Saldaña Alvarado, Edwin Mauricio. 2020. *Análisis de la movilidad a partir de la determinacion del nivel de servicio en el sector por la implementacion del carril de biciletas*. Bogotá : s.n., 2020.

Samperio, Norma Morlole. 2017. *Metodología de la investigación* . México : s.n., 2017.

Sampieri, Robertor Hernández. 2014. *Metodología de la investigación* . México : 978-607-15-0291-9, 2014. 978-1-4562-2396-0.

Sangay Cuqusiba, Milton Oswaldo. 2019. *Determinacion del Nivel de Servicio mediante el indice de rugosidad internacional medido con el equipo merlin en el pavimento flexible en cajamarca 2019*. cajamarca : s.n., 2019.

Ulloa Jaramillo, Alvaro Gustavo. 2019. *Analisis de capacidad y nivel de servicio de la via balosa con metodologia HCM 2000*. Machala - Ecuador : s.n., 2019.

Vega Cuevas , Zaira Yahaira. 2018. *Análisis de la capacidad y niveles de servicio de las vías de ingreso a la ciudad de cajamarca pertenecientes a la red vial nacional*. Cajamarca : s.n., 2018.

Vega Cuevas, Zaira Yahaira. 2018. *ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LAS VÍAS*. Cajamarca : s.n., 2018.

VÉLEZ, CARLOS MARIO. 2016. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. 2016.

Zambrano Masco, Marco Rousell. 2021. *Propuesta de mejora del nivel de servicio de una via urbana mediante el uso del carrill reversible* . Lima : s.n., 2021.

Anexo 2: Validación de instrumento de recolección de datos

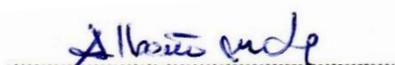
SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021

AUTOR: Orihuela Gonzales Cristian Adrián

							EXPERTO
							A
I.- INFORMACION GENERAL:							1
UBICACIÓN: Villa María del Triunfo							
DISTRITO: Villa María del Triunfo				ALTITUD: 182 metros de altitud			
PROVINCIA: Lima				LATITUD: -12.1622			
REGIÓN: Lima Metropolitana				LONGITUD: -76.9436			
II.- D1V1: VÍAS							0
DONDE SE DESARROLLA EL TRANSITO VEHICULAR							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Autopistas	(1)	Carreteras	(2)	Trochas	(3)		
III.- D2V1: CAPACIDAD VEHICULAR							1
Nivel de servicio de la vía según el método							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Bueno	A - B	Neutro	C - D	Malo	E - F		
IV.- D3V1: CRITERIOS DE NIVEL DE SERVICIO							1
Nivel de servicio de la vía según el método							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Bueno	A - B	Neutro	C - D	Malo	E - F		
V.- D1V2: CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS							1
Estado de la avenida en cuanto a capacidad de albergar incrementos en esta como: ancho, berma, etc.							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Apto	1	Regular	2	Incapaz	3		
VI.- D2V2: DENSIDAD VEHICULAR							1
Velocidades sin interrupciones en la avenida							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
10 a 20	Veh/hr	30 a 40	Veh/hr	50 a 60	Veh/hr		
VII.- D3V2: CATEGORIA DE NIVEL DE SERVICIO							1
Cantidad de vehículos aglomerados y cantidad de afectados							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Alto	A-B	Medio	C-D	Bajo	E-F		
APELLIDOS Y NOMBRES:							
Carlos Alberto Crusinta Gonzales							
PROFESION							
Ing. Civil							
REGISTRO CIP No:							
132012							
EMAIL:							5
calos.alberto.civil@gmail.com							
TELEFONO:							0.714
971422789							

PROYECTO: Nivel de Servicio de pavimentos flexibles convencionales


 CARLOS ALBERTO MACHUCA GONZALES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 132012

AUTOR: Orihuela Gonzales Cristian Adrián

I.- INFORMACION GENERAL:						
UBICACIÓN: Villa María del Triunfo						
DISTRITO: Villa María del Triunfo			ALTITUD: 182 metros de altitud			
PROVINCIA: Lima			LATITUD: -12.1622			
REGIÓN: Lima Metropolitana			LONGITUD: -76.9436			
II.- D1V1: VÍAS						
DONDE SE DESARROLLA EL TRANSITO VEHICULAR						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Autopistas	(1)	Carreteras	(2)	Trochas	(3)	
III.- D2V1: CAPACIDAD VEHICULAR						
Nivel de servicio de la vía según el método						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Bueno	A - B	Neutro	C - D	Malo	E - F	
IV.- D3V1: CRITERIOS DE NIVEL DE SERVICIO						
Nivel de servicio de la vía según el método						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Bueno	A - B	Neutro	C - D	Malo	E - F	
V.- D1V2: CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS						
Estado de la avenida en cuanto a capacidad de albergar incrementos en esta como: ancho, berma, etc.						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Apto	1	Regular	2	Incapaz	3	
VI.- D2V2: DENSIDAD VEHICULAR						
Velocidades sin interrupciones en la avenida						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
10 a 20	Veh/hr	30 a 40	Veh/hr	50 a 60	Veh/hr	
VII.- D3V2: CATEGORIA DE NIVEL DE SERVICIO						
Cantidad de vehículos aglomerados y cantidad de afectados						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Alto	A-B	Medio	C-D	Bajo	E-F	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Roberto Jara Trujillo					
PROFESION	Ing. Civil					
REGISTRO CIP No:	127265					
EMAIL:	gerencia@pisac.com.pe					
TELEFONO:	991301690					

EXPERTO
B
1
0
1
1
1
1
5
0.714

Anexo 3: Conteo vehicular



Figura 4.3 conteo vehicular durante el día



Figura 4.4 conteo vehicular durante la noche

Anexo 4: IMD

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO



Carretera

"AVENIDA VILLA MARIA ."

Tramo
Cod Estación E - 1
Estación AV. VILLA MARIA Y JR. PROGRESO

Ubicacion
Sentido
Dia
CRUCE CON...
TOTAL
Del 01/11/2019 AL 07/11/2019

DIA	MOTO TAXI	STATION		CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	2E		>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
SÁBADO	298	169	14	6	2	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	568	13.51	
DOMINGO	296	171	14	7	2	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	558	13.27	
LUNES	311	177	12	4	8	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	584	13.89	
MARTES	318	186	18	4	2	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	14.27	
MIÉRCOLES	299	184	18	30	7	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	625	14.87	
JUEVES	304	185	21	16	15	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	636	15.13	
VIERNES	303	175	29	30	12	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	633	15.06	
TOTAL	2129	1247	126	97	48	557	0	0	0	0	0	0	0	4204	100.00							
IMD	304	178	18	14	7	80	0	0	0	0	0	0	0	601								
%	50.58	29.62	3.00	2.33	1.16	13.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS																

TRAFICO VEHICULAR
IMD Sin Corrección
(Veh/día)

Tipo de Vehiculos	IMDS	Distrib. %
Autos	304	50.6%
Satation Wagon	178	29.6%
Camioneta Pick Up	18	3.0%
Camioneta Panel	14	2.3%
COMBI RURAL	7	1.2%
Micro	80	13.3%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	0	0.0%
Camión 3E	0	0.0%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	601	100.0%

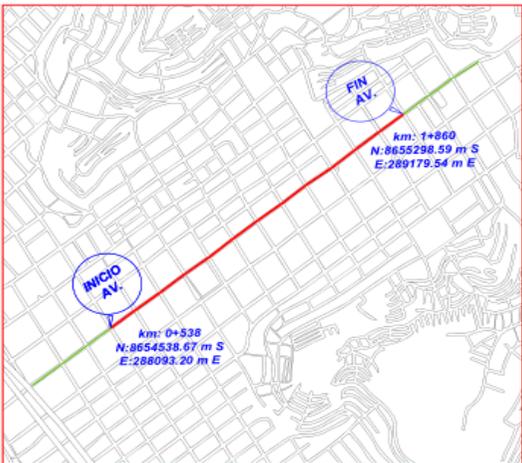
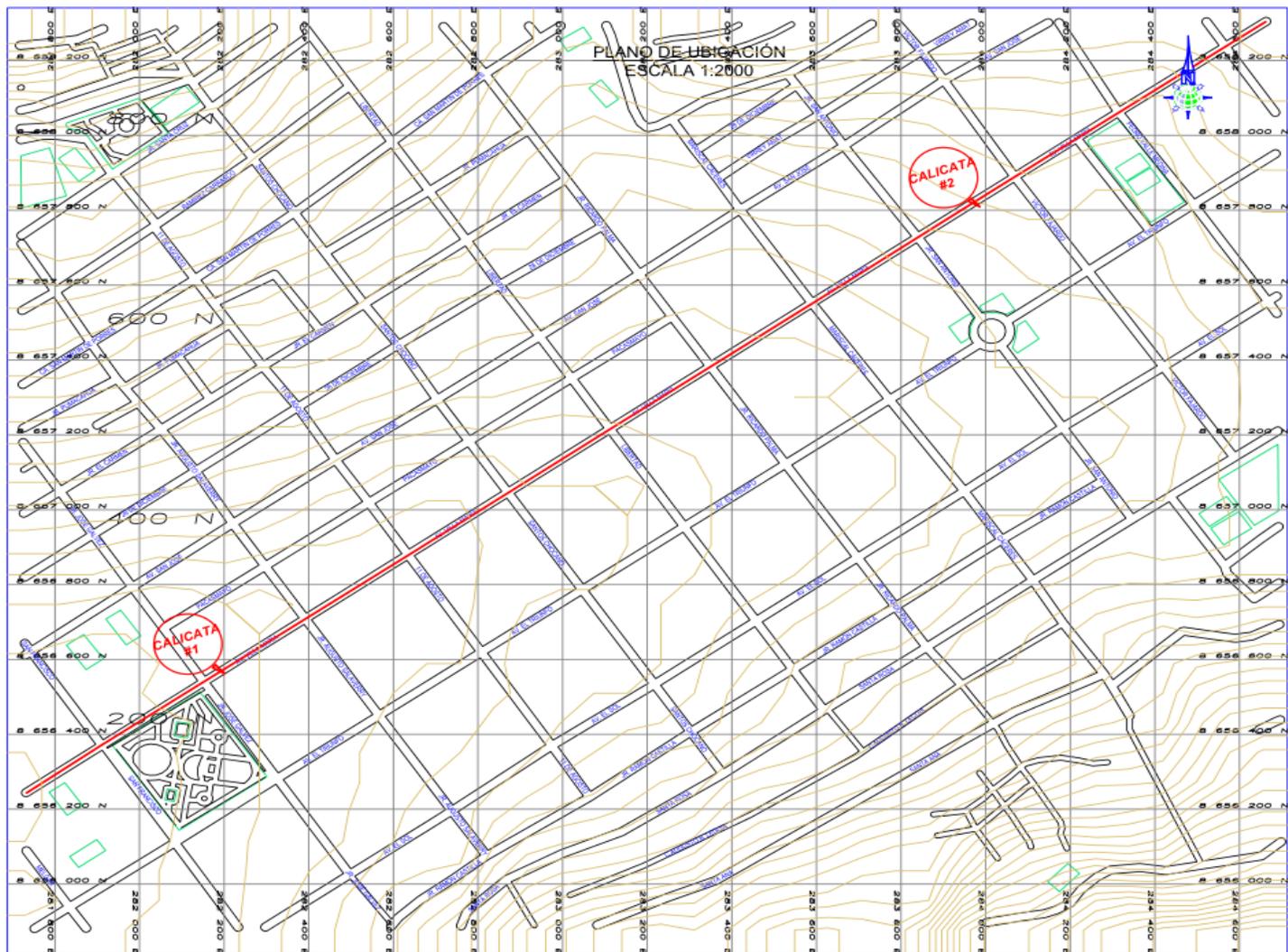
CALCULO DEL IMD Resumen de Metodologia	
$IMD = \frac{VS}{7}$	
VS = Volumen Promedio Semanal	
Fc Veh. Ligeros = 0.843053	
Fc Veh. Pesados = 0.786872	
IMD = 506 Vehiculos por día	
184,690 V. x año	

TRAFICO VEHICULAR
IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR
(Veh/día)

Tipo de Vehiculos	IMD	Distrib. %
Autos	256	50.6%
Satation Wagon	150	29.6%
Camioneta Pick Up	15	3.0%
Camioneta Panel	12	2.4%
COMBI RURAL	6	1.2%
Micro	67	13.2%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	0	0.0%
Camión 3E	0	0.0%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	506	100.0%

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones

Anexo 5: Plano topográfico



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:2000

COORDENADAS UTM
WGS -84

PUNTO	NORTE	ESTE
INICIO DE LA AV.	8654224.00 m S	287653.00 m E
FIN DE LA AV.	8655530.00 m S	289554.00 m E

CUADRO DE COORDENADAS CALICATAS					
PUNTO	UBICACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	H (m)	AVENIDAS
C-1	km 1+010	288474.99 m E	8654798.57 m S	1.50	JR. JOSE GALVES Y AV. VILLA MARIA
C-2	km 1+790	289119.51 m E	8655253.78 m S	1.50	JR. SAN ANTONIO Y AV. VILLA MARIA

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VILLA MARIA DEL TRIUNFO
 NOMBRE DE LA VÍA: AV. VILLA MARÍA

NOTA:
 1. COORDENADAS EN METROS Y EN SISTEMA UTM DATUM GEODÉSICO WGS

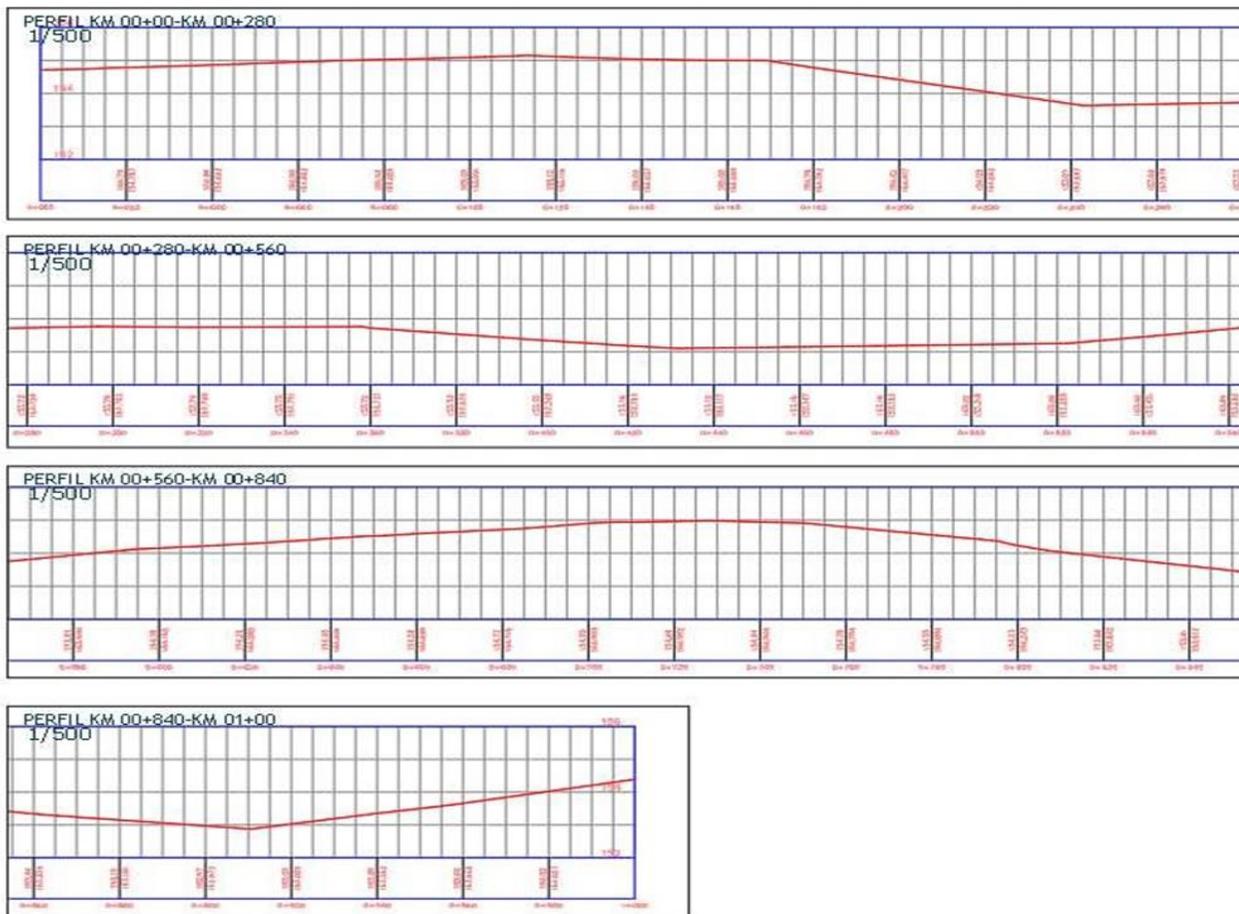
STA:	DISEÑO: CRISTIAN ADRIAN ORIHUELA GONZALES	APROBADO:
	DIBUJO: CRISTIAN ADRIAN ORIHUELA GONZALES	
	REVISADO: CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASTO	
	APROBADO: CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASTO	

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
1		
2		

PROYECTO:
NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL METODO HCM DE LA AVENIDA VILLA MARIA, VILLA MARIA - LIMA 2021

PLANO:	ESCALA:
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN - AV. VILLA MARIA	INDICADA
	FECHA:
	OCTUBRE 2021
	CÓDIGO:
	UBI - 001

Anexo 6: Perfil longitudinal de la avenida villa maría



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:2000

COORDENADAS UTM
WGS -84

PUNTO	NORTE	ESTE
INICIO DE LA AV.	8654224.00 m S	287653.00 m E
FIN DE LA AV.	8655530.00 m S	289554.00 m E

CUADRO DE COODENADAS CALICATAS					
PUNTO	UBICACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	H (m)	AVENIDAS
C-1	km 1+010	288474.99 m E	8654798.57 m S	1.50	JR. JOSE GALVES Y AV. VILLA MARIA
C-2	km 1+790	289119.51 m E	8655253.76 m S	1.50	JR. SAN ANTONIO Y AV. VILLA MARIA

DEPARTAMENTO: LIMA
PROVINCIA: LIMA
DISTRITO: VILLA MARIA DEL TRIUNFO
NOMBRE DE LA VÍA: AV. VILLA MARÍA

NOTA:
1. COORDENADAS EN METROS Y EN SISTEMA UTM DATUM GEODÉSICO WGS

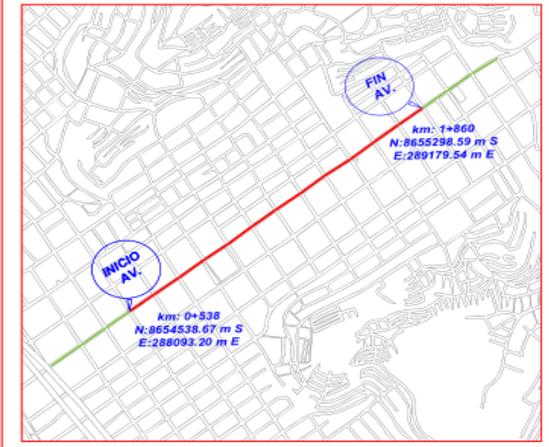
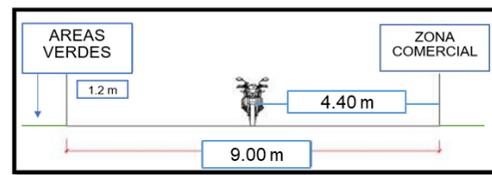
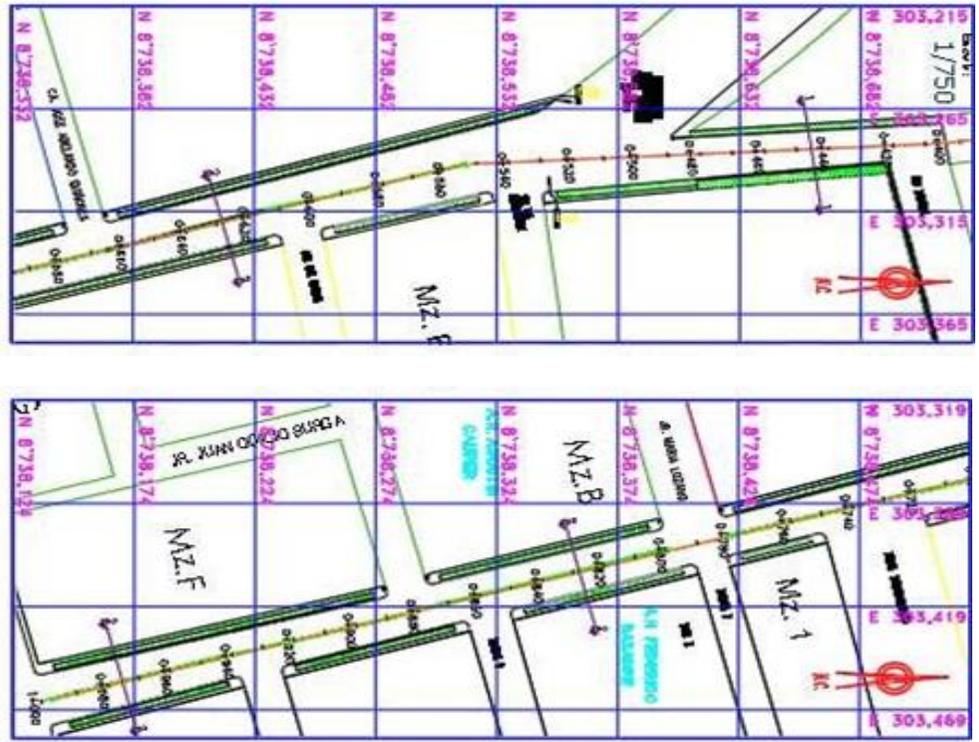
STA:	DISERO:	CRISTIAN ADRIAN ORIHUELA GONZALES	APROBADO:
	DIBUJO:	CRISTIAN ADRIAN ORIHUELA GONZALES	
	REVISADO:	CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASTO	
	APROBADO:	CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASTO	

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
1		
2		

PROYECTO:
NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL METODO HCM DE LA AVENIDA VILLA MARIA, VILLA MARIA - LIMA 2021

PLANO:	ESCALA:
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN - AV. VILLA MARIA	INDICADA
	FECHA:
	OCTUBRE 2021
	CÓDIGO:
	UBI - 001

Anexo 7: Vista en planta de avenida Villa María (estado actual)



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:2000

COORDENADAS UTM
WGS -84

PUNTO	NORTE	ESTE
INICIO DE LA AV.	8654224.00 m S	287653.00 m E
FIN DE LA AV.	8655530.00 m S	289554.00 m E

CUADRO DE COODENADAS CALICATAS					
PUNTO	UBICACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	H (m)	AVENIDAS
C-1	km 1+010	286474.99 m E	8654798.57 m S	1.50	JR. JOSE GALVES Y AV. VILLA MARIA
C-2	km 1+790	289119.51 m E	8655253.76 m S	1.50	JR. SAN ANTONIO Y AV. VILLA MARIA

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VILLA MARIA DEL TRIUNFO
 NOMBRE DE LA VÍA: AV. VILLA MARÍA

NOTA:
 1. COORDENADAS EN METROS Y EN SISTEMA UTM DATUM GEODÉSICO WGS

STA:	DISEÑO:	CRISTIAN ADRIAN ORIHUELA GONZALES	APROBADO:
	DIBUJO:	CRISTIAN ADRIAN ORIHUELA GONZALES	
	REVISADO:	CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASTO	
	APROBADO:	CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASTO	

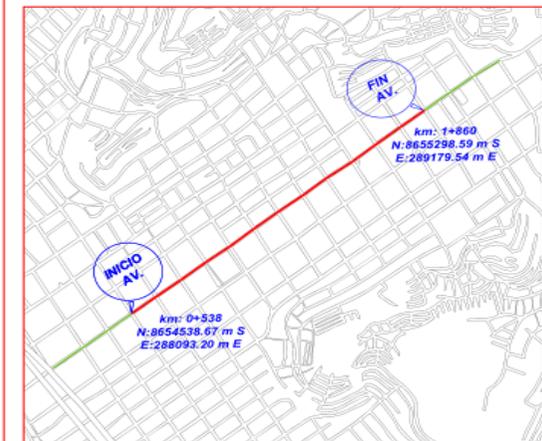
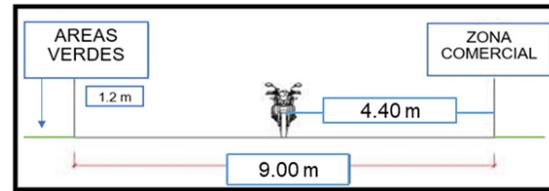
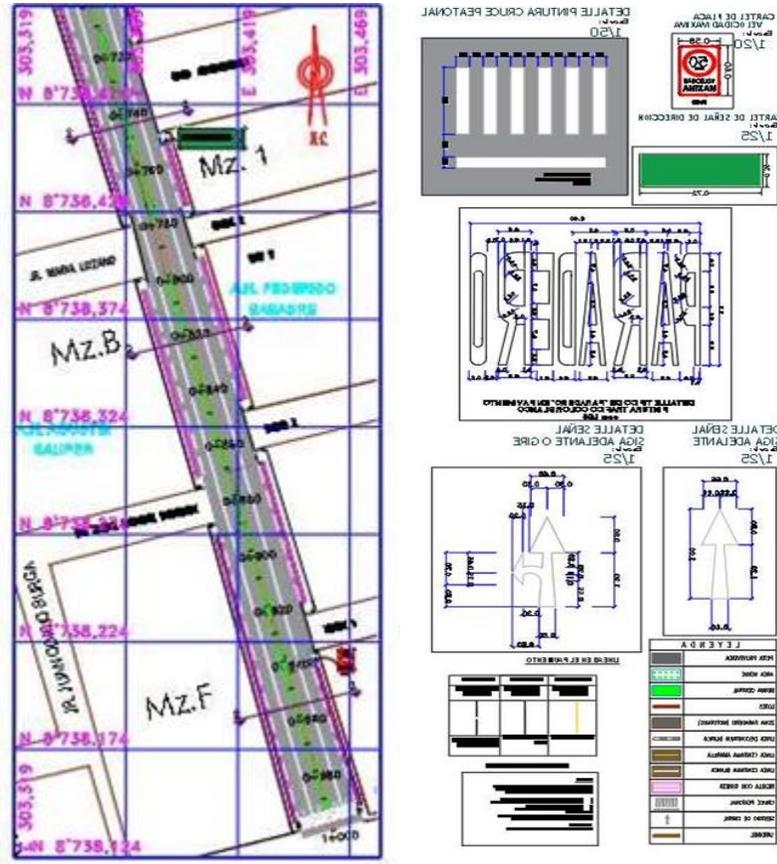
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
1		
2		

PROYECTO:
 NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL METODO HCM DE LA AVENIDA VILLA MARIA, VILLA MARIA - LIMA 2021

PLANO:	PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN - AV. VILLA MARÍA
--------	---

ESCALA:	INDICADA
FECHA:	OCTUBRE 2021
CÓDIGO:	UBI - 001

Anexo 8: Vista en planta de avenida Villa María (corregida para mejora del nivel de servicio)



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:2000

COORDENADAS UTM
WGS -84

PUNTO	NORTE	ESTE
INICIO DE LA AV.	8654224.00 m S	287653.00 m E
FIN DE LA AV.	8655530.00 m S	289654.00 m E

CUADRO DE COORDENADAS CALICATAS					
PUNTO	UBICACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	H (m)	AVENIDAS
C-1	km 1+010	288474.99 m E	8654798.57 m S	1.50	JR. JOSE GALVES Y AV. VILLA MARIA
C-2	km 1+790	289119.51 m E	8655253.76 m S	1.50	JR. SAN ANTONIO Y AV. VILLA MARIA

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: VILLA MARIA DEL TRIUNFO
 NOMBRE DE LA VÍA: AV. VILLA MARIA
 NOTA:

1. COORDENADAS EN METROS Y EN SISTEMA UTM DATUM GEODÉSICO WGS

STA:	DISEÑO:	CRISTIAN ADRIAN ORIHUELA GONZALES	APROBADO:
	DIBUJO:	CRISTIAN ADRIAN ORIHUELA GONZALES	
	REVISADO:	CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASTO	
	APROBADO:	CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASTO	

REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCIÓN
1		
2		

PROYECTO:
 NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL METODO HCM DE LA AVENIDA VILLA MARIA, VILLA MARIA - LIMA 2021

PLANO:
 PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN - AV. VILLA MARIA

ESCALA:	INDICADA
FECHA:	OCTUBRE 2021
CÓDIGO:	UBI - 001

Anexo 9: Datos para el nivel de servicio para la avenida Villa María

Velocidad media recorrida

VIA ANALIZADA		
DATOS	VALOR	UND
DEMANDA TOTAL EN AMBOS SENTIDOS	1073	veh/h
REPARTO POR SENTIDO	50	%
PHF	0.9	
ZONAS DE NO REBASE	0	%
TIPO DE TERRENO	Plano	
%CAMIONES	0	%
%VEH. RECREACIONALES	0	%

Velocidad libre

VMM = Velocidad media de la muestra (con $I > 200$ veh/h), en mi/h	18.26
I = Intensidad total, en veh/h	1073
fvp, VMR = factor de ajuste por vehículos pesados	1.00

VL 26.6 mill/h

Ajuste de la demanda para el VMR

IH,R,I = demanda en la hora de para condiciones reales, en veh/h	536.0
FHP = Factor Hora Pico	0.9
ft, VMR = factor de ajuste por tipo de terreno	1
fv, VMR = factor de ajuste por vehículos pesados	1

Ici, VMR 596 veh/lig/h

AJUSTE DE LA DEMANDA	
DEMANDA EN UN SENTIDO (lvph)	596.11 veh/h
Redondeo (lvph)	596 veh/h
Camiones (IVPH)	0 veh/h
Veh. Recreacionales	0 veh/h

HALLANDO ft, VMR (Factor de ajuste por tipo de terreno)		
Camiones lvph (veh/h)	Terreno	Factor de ajuste ft, VMR
500	Plano	1.00
596		1.00
600		1.00

HALLANDO fvp, PTS (Factor de ajuste por vehículo pesado)

Vehículos ligeros equivalentes a camiones (Ec) y vehi.		
Vehículos Ligeros	Terreno: Plano	
	Ec	Er
500	1.20	1.00
596	1.10	
600	1.10	

ESPECIFICACIONES	VALOR
Ec	1.104
Er	1.00
Pc	0
Pr	0
Fvp, pts	1.00

Capacidad 1200 veh/h

FACTOR DE AJUSTE POR % DE NO ADELANTAMIENTO

VL	26.6	mill/h
Ici, VMR	596	veh/lig/h
Zonas de no adelantamiento	0	%

VELOCIDAD MEDIA RECORRIDA

VL	26.6
Ici,e,VMR	596
Ici,s,VMR	596
fna,VMR	0.41

VMR 16.93 mill/h
NS E

Anexo 10: Datos para nuevo nivel de servicio para la avenida Villa María

VIA ANALIZADA		
DATOS	VALOR	UND
DEMANDA TOTAL EN AMBOS SENTIDOS	536	veh/h
REPARTO POR SENTIDO	50	%
PHF	0.9	
ZONAS DE NO REBASE	0	%
TIPO DE TERRENO	Plano	
%CAMIONES	0	%
%VEH. RECREACIONALES	0	%
VELOCIDAD MÁXIMA VEH. LIG. (MTC)	50	km/h
ANCHO DE CARRIL	4.00	m
ANCHO DE BERMA	1.5	m
CANTIDAD DE PUNTOS DE ACCESO	3	

VELOCIDAD LIBRE (VL)

F _{ls}	2.10
F _a	2
IVP, VMR = factor de ajuste por vehículos pesados	1.00

VL 46 km/h
28.6 mill/h

AJUSTE DE LA DEMANDA PARA DETERMINAR VMR

I _{H,R,I} = demanda en la hora de referencia para condiciones reales, en	268.0
FHP = Factor Hora Pico	0.9
f _t , VMR = factor de ajuste por tipo de terreno	1
f _t , VMR = factor de ajuste por vehículos pesados	1

I_{ci}, VMR 298 veh lig/h

FACTOR DE AJUSTE POR % DE NO ADELANTAMIENTO

VL	46	km/h
I _{ci} , VMR	298	veh lig/h
Zonas de no adelantamiento	0	%

VL ≤ 45 mill/h	
I _{ci} , VMR	% de zonas de no adelantamiento (≤ 20)
200	0.9
298	0.9
400	0.9

VELOCIDAD MEDIA RECORRIDA

VL	45.9
I _{ci,e} ,VMR	298
I _{ci,s} ,VMR	298
f _{na} ,VMR	0.9

VMR 41 km/h
25 mill/h

NS **B**

Anexo 11: Calicata #1



Anexo 12: Calicata #2



Fuente: Investigador

Certificado de Calibración



Metrotest
E. I. R. L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CMM-438-2020**

Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 2 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

(*) Código asignado por Metrotest E. I. R. L.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL-DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-C-076-2020



Anexo 14: Estudio de suelos – resultados



ESTUDIOS GEOTECNICOS
PAVIMENTOS – ASESORA – CONSULTORIA
R.U.C. 20602767656



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "NIVEL DE SERVICIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EVALUADOS MEDIANTE EL METODO HCM, AV. VILLA MARIA - DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA".

MATERIAL : SUELO - EXISTENTE

UBICACIÓN : VILLA MARIA DEL TRIUNFO

FECHA : 30/09/21

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : 01

Muestra : M-01

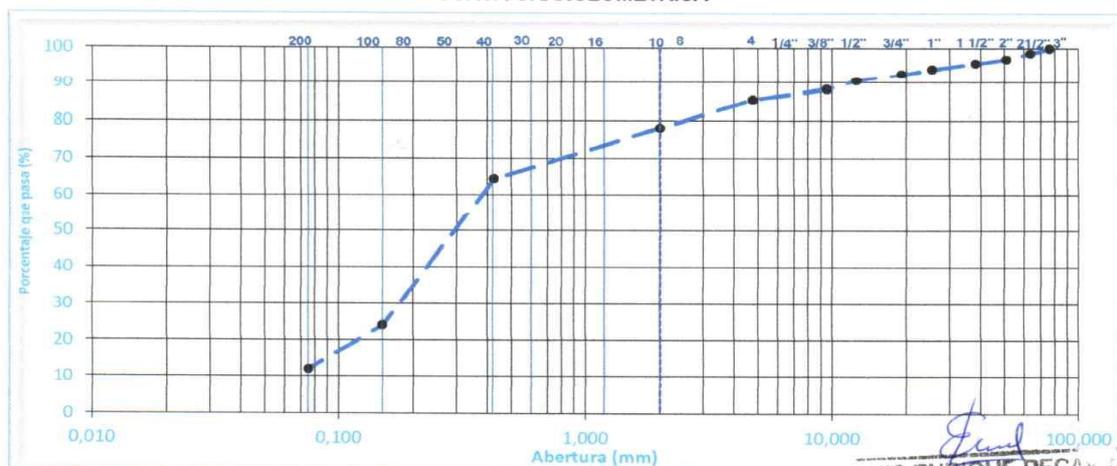
Prof. (m) : 0.00 - 1.50

Peso inicial seco : 8595,0 gr

Peso Arena Fracción : 631,9 gr

TAMIZ N°	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	RESUMEN DE LA MUESTRA
3"	76,200				100,0	Contenido de Humedad (%) : 2,0
2 1/2"	63,500	119,0	1,4	1,4	98,6	Límite Líquido (LL) : NP
2"	50,800	136,0	1,6	3,0	97,0	Límite Plástico (LP) : NP
1 1/2"	38,100	102,4	1,2	4,2	95,8	Índice Plástico (IP) : NP
1"	25,400	139,0	1,6	5,8	94,2	Clasificación (SUCS) : SM
3/4"	19,000	124,0	1,4	7,2	92,8	Clasificación (AASHTO) : A-2-4
1/2"	12,500	188,0	2,2	9,4	90,6	Índice de Grupo : 0
3/8"	9,500	197,0	2,3	11,7	88,3	Descripción (AASHTO) : BUENO
1/4"	6,350					M.D.S. (gr/cm ³) : 1,911
N° 4	4,750	230,0	2,7	14,4	85,6	O.H. (%) : 7,8
N° 8	2,360					C.B.R. (0.1") 100% : 13,2
N° 10	2,000	55,2	7,5	21,9	78,1	C.B.R. (0.1") 95% : 9,3
N° 16	1,190					C.B.R. (0.1") 90% : 7,4
N° 20	0,840					
N° 30	0,600					
N° 40	0,425	100,8	13,7	35,5	64,5	Observaciones
N° 50	0,300					
N° 80	0,177					
N° 100	0,150	297,4	40,3	75,8	24,2	
N° 200	0,075	89,5	12,1	87,9	12,1	
< N° 200	FONDO	89,0	12,1	100,0		

CURVA GRANULOMETRICA



Luís Enrique Pecar
LUIS ENRIQUE PECAR PEÑA
INGENIERO CIVIL - CIP N° 411707
ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "NIVEL DE SERVICIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EVALUADOS MEDIANTE EL METODO HCM, AV. VILLA MARIA - DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA".

MATERIAL : SUELO - EXISTENTE

UBICACIÓN : VILLA MARIA DEL TRIUNFO **FECHA** : 30-09-21

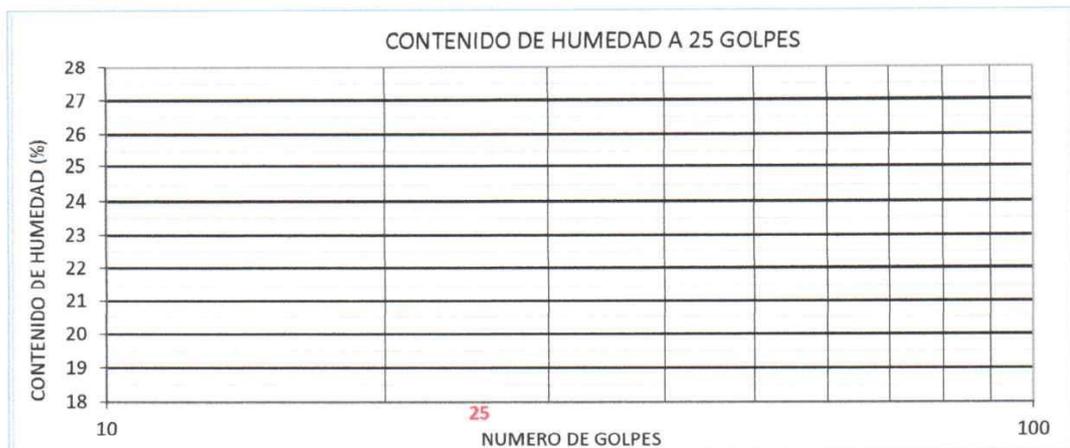
DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : 01 **TAMAÑO MAXIMO** : N° 40

Muestra : M-01

Prof. (m) : 0.00 - 1.50

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)				
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)				
PESO DE AGUA (gr)			NP	
PESO DEL TARRO (gr)				
PESO DEL SUELO SECO (gr)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
NUMERO DE GOLPES				
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)				
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)				
PESO DE AGUA (gr)			NP	
PESO DEL TARRO (gr)				
PESO DEL SUELO SECO (gr)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)				



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	0,0
LIMITE PLASTICO	0
INDICE DE PLASTICIDAD	0,0

OBSERVACIONES

Jesús
LUIS ENRIQUE PECAR MOYA
INGENIERO CIVIL - CIP N° 151703
ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
(NORMA MTC E - 108)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "NIVEL DE SERVICIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EVALUADOS MEDIANTE EL METODO HCM, AV. VILLA MARIA - DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA".
MATERIAL : SUELO - EXISTENTE
UBICACIÓN : VILLA MARIA DEL TRIUNFO **FECHA** : 30/09/21

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : 01
Muestra : M-01
Prof. (m) : 0.00 - 1.50

DATOS	1	2	3	Promedio
Nº RECIPIENTE	--			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	694,5			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	681,1			
PESO DEL AGUA	13,4			
PESO DEL RECIPIENTE	--			
PESO DEL SUELO SECO	681,1			
% DE HUMEDAD	2,0			

Observaciones:

Luís Enrique Pecar Moya
LUIS ENRIQUE PECAR MOYA
 INGENIERO CIVIL - CIP Nº 151702
 ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.



ANALISIS FISICO QUIMICO
(NORMA MTC E - 219)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

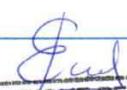
PROYECTO : "NIVEL DE SERVICIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EVALUADOS MEDIANTE EL METODO HCM, AV. VILLA MARIA - DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA".
MATERIAL : SUELO - EXISTENTE -
UBICACIÓN : VILLA MARIA DEL TRIUNFO
FECHA : 30/09/21

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : 01
Muestra : M-01
Prof. (m) : 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CLORUROS		SULFATOS (SO4)		SALES SOUBLES TOTALES	
	ASTM D 5194		ASTM E 275		MTC E 219	
	AASHTO T-290		AASHTO T-290		ASTM D 1888	
C-1 / M1	111	(ppm)	134	(ppm)	0,0356	(%)
PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50	0,0111	(%)	0,0134	(%)		

Observaciones:


LUIS ENRIQUE PECAR MOYA
INGENIERO CIVIL - CIP Nº 151703
ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO
SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.



SPINAR

CONSULTORES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.

ESTUDIOS GEOTECNICOS

PAVIMENTOS – ASESORA – CONSULTORIA

R.U.C. 20602767656



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "NIVEL DE SERVICIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EVALUADOS MEDIANTE EL METODO HCM, AV. VILLA MARIA - DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA".

MATERIAL : SUELO - EXISTENTE

UBICACIÓN : VILLA MARIA DEL TRIUNFO

FECHA : 30/09/21

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata : 01

Muestra : M-01

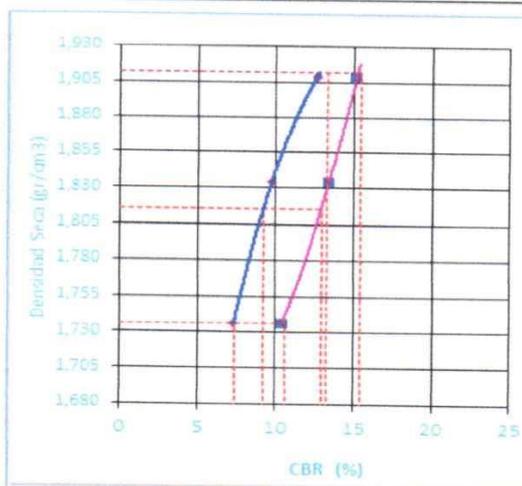
Prof. (m) : 0.00 - 1.50

CLASF. (SUCS)

SM

CLASF. (AASHTO)

A-2-4



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.911
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.79
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.816
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.736

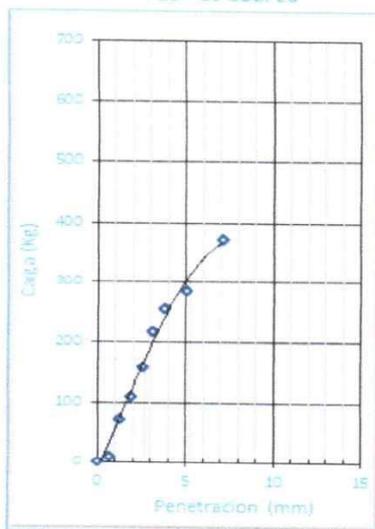
CBR al % de M.D.S.	0.1"	0.2"
100%	13.2	15.5
95%	9.3	13.0
90%	7.4	10.6

RESULTADOS:

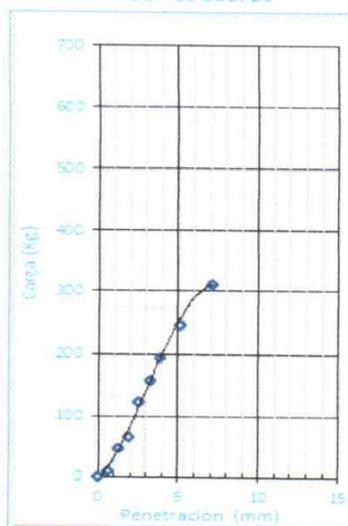
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 15,5 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13,0 (%)
 Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. = 10,6 (%)

OBSERVACIONES:

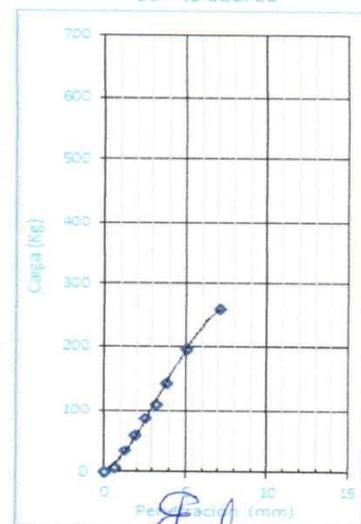
EC - 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



LUIS ENRIQUE PECAR MOYA
 INGENIERO CIVIL - CIP N° 151703
 ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.



SPINAR

CONSULTORES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.

ESTUDIOS GEOTECNICOS

PAVIMENTOS – ASESORA – CONSULTORIA

R.U.C. 20602767656



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA "NIVEL DE SERVICIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EVALUADOS MEDIANTE EL METODO HCM, AV. VILLA MARIA - DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA".

MATERIAL SUELO - EXISTENTE

UBICACIÓN VILLA MARIA DEL TRIUNFO

FECHA 30/09/21

DATOS DE LA MUESTRA

Calicata 01

Muestra M-01

Prof. (m) 0.00 - 1.50

CLASF. (SUCS) :

SM

CLASF. (AASHTO)

A-2-4

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	5635,0	5740,0	5835,0	5790,0
Peso molde	gr	3904,0	3904,0	3904,0	3904,0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1731,0	1836,0	1931,0	1886,0
Volumen del molde	cm ³	939,0	939,0	939,0	939,0
Peso volumétrico húmedo	gr	1,843	1,955	2,056	2,009
Recipiente N°					
Peso del suelo húmedo+tara	gr	502,80	549,10	602,90	582,20
Peso del suelo seco + tara	gr	485,00	520,20	560,20	530,40
Tara	gr				
Peso de agua	gr	17,80	28,90	42,70	51,80
Peso del suelo seco	gr	485,00	520,20	560,20	530,40
Contenido de agua	%	3,67	5,56	7,62	9,77
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1,778	1,852	1,911	1,830

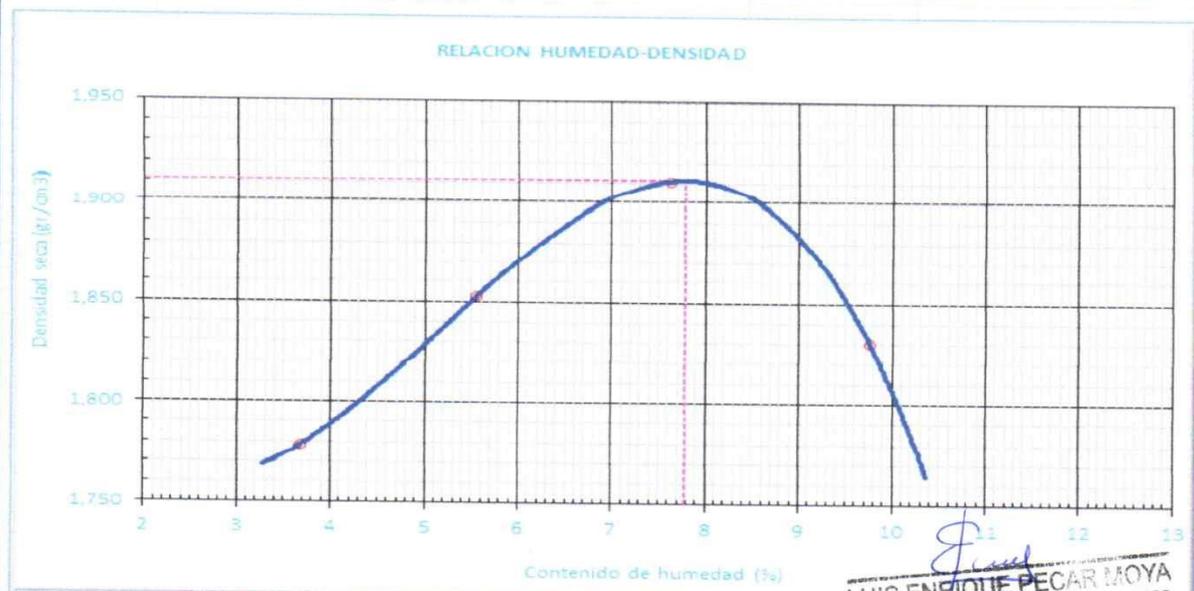
Densidad máxima (gr/cm³)

1,911

Humedad óptima (%)

7,8

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



J. Enríquez Pecar Moya
LUIS ENRIQUE PECAR MOYA
 INGENIERO CIVIL - OIP N° 151703
 ESPINAR CONSULTORES & LABORATORIO
 SUELOS CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.

ESTUDIO DE SUELOS – REGISTRO DE EXCAVACIÓN CALICATA #1

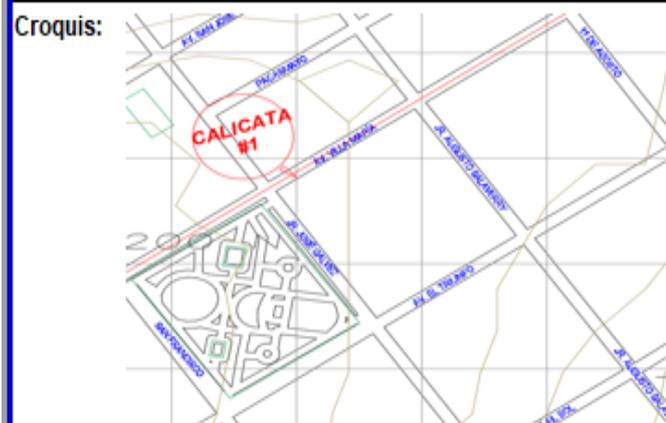
REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	“NIVEL DE SERVICIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EVALUADOS MEDIANTE EL MÉTODO HCM, AVENIDA VILLA MARIA , VILLA MARIA DEL TRIUNFO, LIMA 2021
SOLICITANTE	ORIHUELA GONZALES CRISTIAN ADRIAN
UBICACIÓN	“AV. VILLA MARÍA” – DIST. DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO – PROV. LIMA -DPTO DE LIMA

CALICATA	C - 1	LUGAR	VILLA MARIA	Fecha	Oct-21
Prof. Total (m)	1.50	COORDENADAS	-12.161775	Realizado	INVESTIGADOR
Prof. N. F. (m)	N.P		-76.943901	Revisado	ING. PABLO PACCHA

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	Nº de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO	Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Material Arenoso limoso de granulometría fina, color marrón oscuro, humedad alta de 10%, no compactado (suelto)			

0.50			<h1 style="font-size: 4em; color: gray;">Página 1</h1> <p style="text-align: center;">SUELO GRUESO ARENOSO, COLOR MARRON, CON POCA PRESENCIA DE SALES, HUMEDAD BAJA (2,0%), NO COMPACTADO</p>			
1.00		M-1		SM		
1.50						



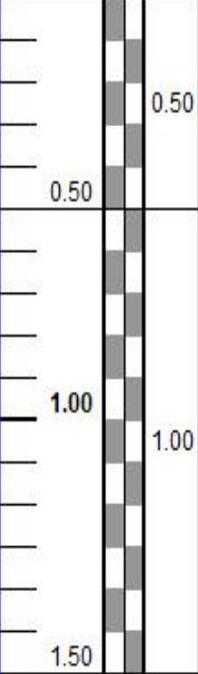
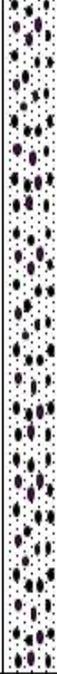
Anexo 15: Estudio de suelos – registro de excavación calicata

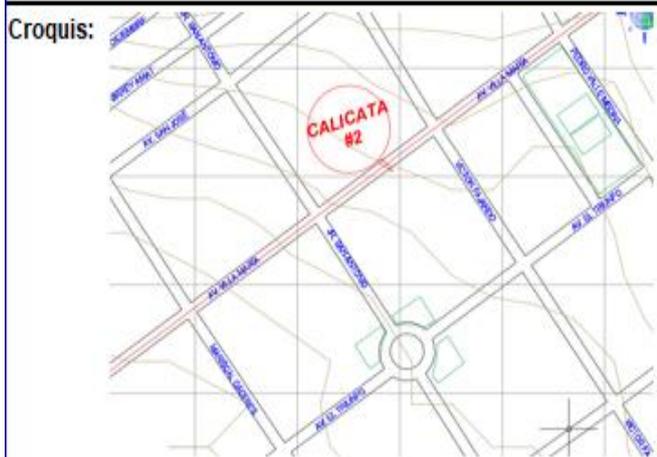
REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	"NIVEL DE SERVICIO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EVALUADOS MEDIANTE EL MÉTODO HCM, AVENIDA VILLA MARIA , VILLA MARIA DEL TRIUNFO, LIMA 2021
SOLICITANTE	ORIHUELA GONZALES CRISTIAN ADRIAN
UBICACIÓN	"AV. VILLA MARÍA" – DIST. DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO – PROV. LIMA -DPTO DE LIMA

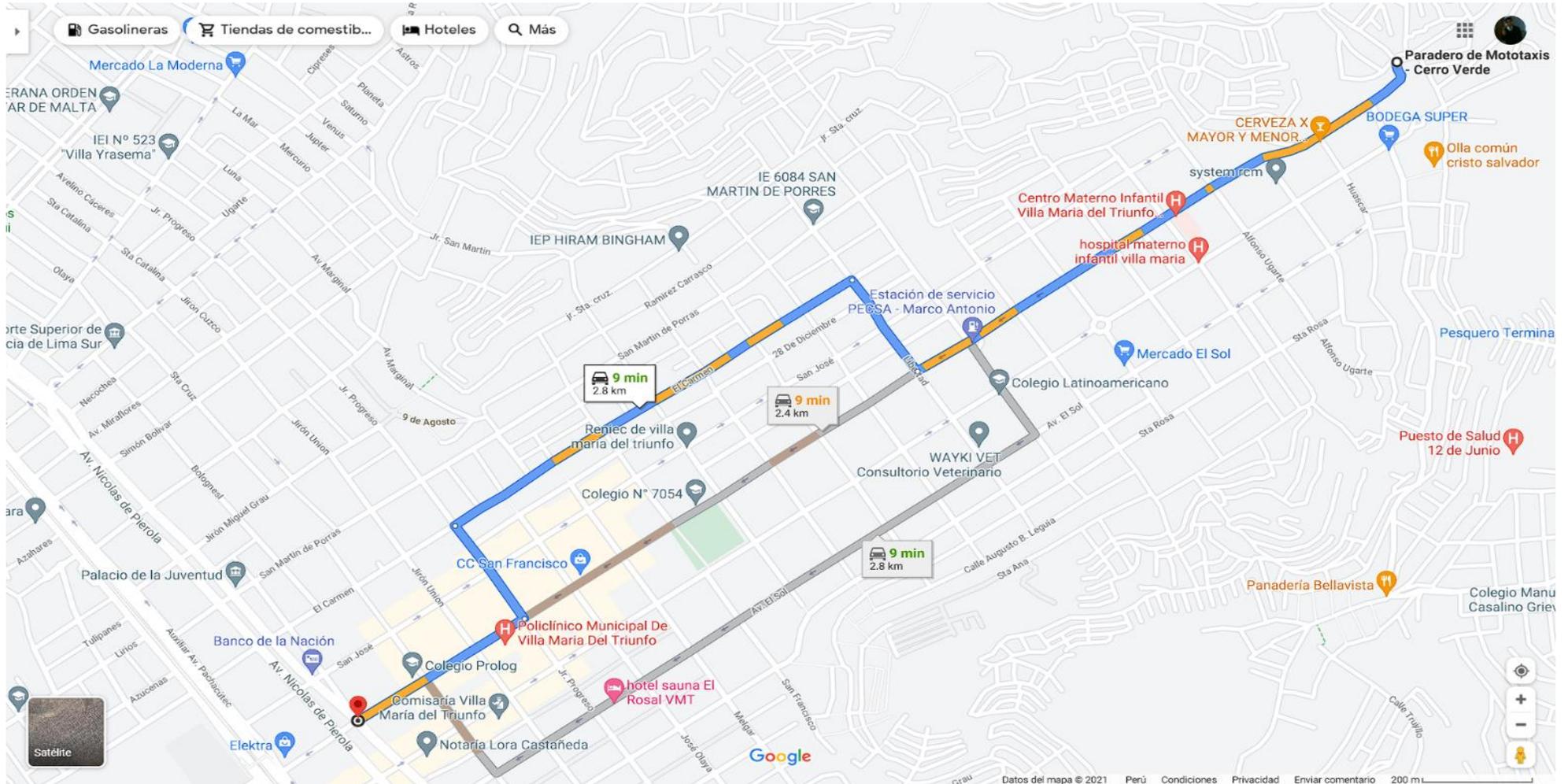
CALICATA	C - 2	LUGAR	VILLA MARIA	Fecha	OCTUBE 2021
Prof. Total (m)	1.50	COORDENADA	-12.1576748	Realizado	INVESTIGADOR
Prof. N. F. (m)	N.P	S	-76.9378563	Revisado	ING. PABLO PACCHA

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	Nº de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO	Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Material Arena probremente gradada con limo de granulometría fina, color marrón oscuro, humedad alta de 29%, no compactado (suelto)			

	M-1	<h1>Página 1</h1> <p>SUELO GRUESO ARENOSO, COLOR MARRON, CON POCA PRESENCIA DE SALES, HUMEDAD BAJA (2,1%), NO COMPACTADO</p>	SM	
--	-----	--	----	--



Anexo 16: Ubicación satelital de la Av. Villa María



Fuente Google Maps

Anexo 17: Registro de turnitin



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Cristian Orihuela Gonzales
Título del ejercicio: Turnitin tesis 2021-2
Título de la entrega: TURNITIN 2
Nombre del archivo: II-_DESARROLLO_DEL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_-TURNI...
Tamaño del archivo: 27.8M
Total páginas: 88
Total de palabras: 11,464
Total de caracteres: 57,774
Fecha de entrega: 03-dic.-2021 12:12a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 1679536336





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

² FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título de la Tesis

Nivel de servicio de pavimentos flexibles evaluados mediante el método HCM, avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

AUTOR:

¹ Orihuela Gonzales, Cristian Adrián (ORCID: 0000-0002-3738-4525)

Resumen de coincidencias

16 %

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %	>
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
4	repositorio.uandina.edu... Fuente de Internet	1 %	>
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %	>
6	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
7	www.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
9	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %	>
10	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
11	repositorio.uniandes.a...	<1 %	>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ORIHUELA GONZALES CRISTIAN ADRIAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Nivel de Servicio de Pavimentos Flexibles Evaluados Mediante el Método HCM, Avenida Villa María, Villa María del Triunfo, Lima 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ORIHUELA GONZALES CRISTIAN ADRIAN DNI: 73005063 ORCID 0000-0002-3738-4525	Firmado digitalmente por: CRORIHUELAG el 14-01- 2022 12:56:48

Código documento Trilce: INV - 0495812