



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE INTERCAMBIO VIAL Y MODELACIÓN 3D EN EL
KILÓMETRO 19, CARRETERA PANAMERICANA SUR-LIMA 2020”.

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

AUTOR(ES):

Asparrin Mallqui, Carlos Alfredo ORCID: (ORCID: 0000-0001-6264-0255)

Pérez Calderón, Elvis José ORCID: (ORCID: 0000-0001-5145-4051)

ASESOR(A):

Dr. Suarez Alvites, Alejandro ORCID: (ORCID: 0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicado a nuestros padres y familiares que siempre estuvieron presente y nos apoyaron en todo momento durante toda nuestra vida universitaria.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| III.METODOLOGÍA..... | 23 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación..... | 23 |
| 3.2 Variables y operacionalización..... | 24 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo..... | 24 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 25 |
| 3.5 Procedimientos..... | 26 |
| 3.6 Método de análisis de datos..... | 26 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 26 |
| IV. RESULTADOS..... | 27 |
| V. DISCUSIÓN..... | 41 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 44 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 46 |
| REFERENCIAS..... | 47 |
| ANEXOS..... | 50 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Estaciones del Levantamiento Topográfico..... | 29 |
| Tabla 2 Parámetros de diseño geométrico en la carretera Panamericana Sur. | 30 |
| Tabla 3 Parámetros de diseño geométrico en la Av. El Sol. | 30 |
| Tabla 4 Velocidad de diseño de ramales..... | 31 |
| Tabla 5 Radio en ramales..... | 31 |
| Tabla 6 Elementos de la sección típica en puente..... | 32 |
| Tabla 7 Aforo de trafico | 34 |
| Tabla 8 Frecuencia de los servicios | 35 |
| Tabla 9 tráfico medio diario semanal | 36 |
| Tabla 10 Desviación estándar muestral..... | 37 |
| Tabla 11 Desviación estándar poblacional..... | 37 |
| Tabla 12 Trafico medio diario anual | 38 |
| Tabla 13 Proyección del Trafico medio diario anual | 39 |
| Tabla 14 Periodos de diseño..... | 39 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Esquema base de intersección en “Cruz” o “X” | 14 |
| Figura 2 Esquema base intersección en Cruz “+” o Equis “X” con separador y carril de giro a la izquierda. | 15 |
| Figura 3 Esquema de un carril de aceleración | 16 |
| Figura 4 Esquema de un carril de desaceleración..... | 17 |
| Figura 5 Esquema de diseño..... | 19 |
| Figura 6 Levantamiento Topográfico | 27 |
| Figura 7 Cálculo de Poligonal de apoyo..... | 28 |
| Figura 8 Trazo y Diseño de Alineamiento Horizontal. | 29 |

Resumen

En este proyecto se propone aliviar la continuidad vehicular con un diseño preliminar de Intercambio Vial en una zona de intersección de una vía angosta con otra vía de mayor capacidad y con permisos para altas velocidades. El diseño contempla un ramal de enlace con desnivel conectada lateralmente. Los cálculos de diseño están alineados con las recomendaciones establecidas en el manual de carreteras DG-2018. Para el diseño geométrico se utilizó el programa Civil 3D 2018; mientras que para el modelamiento 3D se utilizó el programa Infracore 2018. Las dimensiones del ramal de enlace tiene un ancho propuesto de 6.60 m, y tiene un gálibo de 5.50 m, respecto a la vía de alta velocidad. El servicio está proyectado para 20 años, y brindar acceso 1221 veh/día validado estadísticamente. La característica del pavimento es rígido en la zona del puente respecto al gálibo y pavimento flexible en el tramo restante. La prolongación del ramal de enlace incrementará el ancho de la vía de alta velocidad de 14 m a 20.60 m a lo largo de 100 m de longitud posterior al punto de intersección. Los estudios de topografía, de tráfico, planos de planta, perfil longitudinal y secciones transversales, complementan el desarrollo del proyecto. Los resultados de este proyecto son de extrema importancia para los diseños de Infraestructura Vial ya que permite aliviar el flujo de tráfico vehicular con un servicio de Infraestructura avanzada.

Palabras clave: Infraestructura, modelamiento, Infracore.

Abstract

In this project it is proposed to alleviate vehicular continuity with a preliminary design of a Road Interchange in an area where a narrow road intersects with another road of greater capacity and with permits for high speeds. The design contemplates a laterally connected branch with unevenness. The design calculations are aligned with the recommendations established in the DG-2018 road manual. For the geometric design, the Civil 3D 2018 program was used; while for 3D modeling the Infracore 2018 program was used. The dimensions of the connecting branch have a proposed width of 6.60 m, and it has a clearance of 5.50 m, with respect to the high-speed road. The service is projected for 20 years, and provide access to 1,221 vehicles / day statistically validated. The characteristic of the pavement is rigid in the area of the bridge with respect to the gauge and flexible pavement in the remaining section. The extension of the connecting branch will increase the width of the high-speed road from 14 m to 20.60 m along the 100 m length after the intersection point. Studies of topography, traffic, floor plans, longitudinal profile and cross sections, complement the development of the project. The results of this project are of extreme importance for the designs of Road Infrastructure since it allows to alleviate the flow of vehicular traffic with an advanced Infrastructure service.

Keywords: Infrastructure, modeling, Infracore

I. INTRODUCCIÓN

En cuanto a la realidad problemática a nivel internacional la infraestructura vial representa un valor alto para la economía de una nación, debido a que esta rama de la ingeniería estudia todo lo relacionado con el diseño, la construcción y operación de vías, en la actualidad los países desarrollados vienen realizando grandes e importantes avances en las obras de infraestructura vial, que a través del tiempo ha tenido que superar enormes desafíos como el clima, la gravedad y otros. Además estas obras mejoran la calidad de vida de las personas, estas obras requieren inversiones millonarias pero que a su vez generan un gran desarrollo y modernización de las grandes ciudades. (Peñafiel, 2017).

En Asia, específicamente en Japón se ha implementado la tecnología al desarrollo vial lo cual ha permitido a los japoneses avanzar construyendo infraestructuras sostenibles, resilientes y de calidad un claro ejemplo es la construcción de un intercambio vial elevado que atraviesa un edificio ubicado en Osaka, es un claro ejemplo del ingenio de los japoneses. Así también los chinos tienen grandes intercambios viales como el puente Huangpu ubicado en Shanghái, es un puente atirantado de dos plataformas sobre el río Huangpu, cuenta con dos plataformas de carreteras para transportar más vehículos y tiene un cinturón de rigidez para evitar movimientos de balanceo en los vientos fuertes de la ciudad. (De Las Casas, 2012).

En América, Estados Unidos uno de los países más desarrollados posee grandes infraestructuras como el intercambio vial de Springfield que es el intercambio más ocupado en dicho país, también recibe dos intercambios en un lugar para las carreteras regulares, tuvo un costo de 676 millones de dólares el cual lo convierte en el intercambio vial más caro de los Estados Unidos y posiblemente del mundo, tiene unos cruces bajo las Autopistas que son una nueva forma de intersección que reduce los puntos de conflicto al obligar a los conductores a cambiar temporalmente al carril contrario. (Navarro, Fernández, & Fernando, 2016).

Hoy en día también hay que resaltar que a nivel global hay problemas muy recurrentes con respecto a factores externos e internos en las carreteras como resultado de tráfico excesivos, cargas pesadas o falta de carreteras para la circulación del parque automotor, esto puede provocar consecuencias a los

usuarios entre las cuales están la inconformidad y afectaciones directas a los vehículos que en todo momento transitan en una vía determinada.

Con respecto a Latinoamérica se puede mencionar que hay serios problemas graves que causan la congestión en las vías debido al crecimiento de los habitantes, las infraestructuras viales son cada vez más pocas, de acuerdo al volumen de vehículos. Esto ha motivado a que se realicen diversos estudios para mejorar esta problemática en los países Latinos. (Cevallos, Cevallos, Galarza, & molina, 2017).

En el ámbito Nacional en Perú las infraestructuras viales no está muy desarrolladas, el 70% de las carreteras no está pavimentada, y la gran mayoría de carreteras no están debidamente construidas, además no cumplen con las normas de diseño geométrico establecidas por el MTC, por otra parte se menciona que también el gobierno y autoridades no le dan importancia al desarrollo de las vías y esto es uno de los fundamentales problemas para el crecimiento económico del país, ya que si se realizaran redes viales de calidad se comunicarían los pueblos alejados, mejorando el comercio, turismo y otras actividades como la construcción y mantenimiento de estas vías.

En la ciudad de Lima se presenta un alto congestionamiento vehicular en las carreteras y esto se debe principalmente a una ineficiente infraestructura vial, entre las cuales se pueden mencionar obras inconclusas , baja cantidad de obras de acuerdo a la gran demanda ocasionada por el prolongado crecimiento del parque automotor, para mejorar esta problemática del tipo vial, los vehículos deben transportar grandes cantidades de pasajeros, por lo cual se debe construir más líneas ferroviarias como alternativa de solución ante la problemática del aglomerado vehicular, con respecto a las obras inconclusas se puede mencionar que son una particularidad evidente de la ciudad, éstas generan aglomeramiento del tipo vehicular por causa de la demora en construcciones de este tipo y en muchos casos estas obras no se llegan a culminar de manera exitosa. El crecimiento del parque automotor genera congestionamiento vehicular para la ciudad porque no se considera de manera planificada a la hora de realizar urbanismos, se debe fomentar el uso del transporte masivo de calidad. (Cossio, 2014).

Respecto a la justificación (Behar Rivero, 2014) indica que la justificación contiene los argumentos fundamentales que sustentan la investigación a realizar, enfatizando aquellos de carácter técnico, económico, social y ambiental. Responde a la pregunta ¿Por qué y para qué realizar la investigación?, la justificación del estudio es el primer paso en la realización de una investigación.

En nuestra justificación Técnica, en el presente estudio del Diseño Geométrico de Intercambio Vial a Desnivel y su Modelación 3D en el Kilómetro 19, de la Carretera Panamericana Sur, ubicado en el municipio de Villa El Salvador, permitirá el descongestionamiento de la Av. Mateo Pumacahua (Única salida a la Carretera Panamericana sur). Con el fin de contribuir a mejorar el tiempo de salida de los vehículos hacia las municipalidades de Surco, San Juan de Miraflores y Lima Centro, este diseño aliviará el tráfico en Villa El Salvador, ya que en horas altas consideradas picos se presenta un incremento mayor del tráfico desde la Av. El Sol hasta la Av. Mateo Pumacahua cruce con la Ruta "C", normalmente se demora 80 minutos el viaje de Villa el Salvador a Lima Centro, con el intercambio vial a desnivel en la avenida El Sol se demoraría 55 minutos, por tal motivo se plantea el diseño y modelamiento de tránsito de un intercambio vial a desnivel respetando las normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones basadas en las normas DG-2018, así como también aportar en la funcionalidad y rapidez de Lima Metropolitana con respecto a su tránsito e infraestructura vial.

Con respecto a la justificación económica, se permitirá un desarrollo socioeconómico, debido al rápido flujo de vehículos, no se generará pérdida de tiempo, asimismo se reducirá el consumo de combustible de los vehículos, de esta manera se mejoraría la calidad de vida de los conductores, pasajeros y vecinos de la zona.

En cuanto a la justificación ambiental, al presentarse una congestión vehicular debido a cuellos de botellas o intersecciones a nivel se genera una contaminación sonora que causa serios daños auditivos en las personas, con la propuesta de diseño de un intercambio vial a desnivel se minimizaría estos daños ocasionados por la congestión vehicular.

Con respecto a la justificación social la investigación presenta el propósito de mejorar y disminuir la congestión vehicular que se genera en la Av. Mateo Pumacahua y que a su vez afecta y congestiona la avenida El Sol de la localidad de Villa el Salvador; así como también dar un acceso y una salida hacia la Carretera Panamericana Sur para así poder contribuir a una mejora en el transporte tanto de personas como el de mercancías todo esto arraigado a las normas técnicas vigentes de nuestro país. Mediante la presente investigación, se tratará de encontrar la mejor propuesta de solución vial.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Cuál será el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y su Modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020?

PE1: ¿Cómo influye el estudio topográfico en el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020?

PE2: ¿Cómo influye los alineamientos en el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020?

PE3: ¿Cómo influye el estudio de tráfico en el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020?

El objetivo general es elaborar el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020

Los Objetivos específicos son los siguientes:

OE1: Analizar el estudio topográfico para el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020.

OE2: Determinar el alineamiento para el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020.

OE3: Elaborar el estudio de tráfico para el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Respecto a los estudios previos a esta investigación a nivel Nacional e Internacional, se halla el de:

(Ortegón & Torres, 2016) Hizo el reconocimiento sobre los niveles de tráfico y accidentalidad que se presentan diariamente en una avenida con alto flujo vehicular. El estudio concluyó que al utilizar una intersección se mejora el tráfico vehicular luego de la identificación de la parte débil del planeamiento que se presenta sobre los corredores que requieren la adquisición de predios de alto costo. Al excluir las intersecciones semaforizadas para las calles apartadas, se conserva un flujo vehicular más perpetuo que con la geometría actual.

(Castro, 2018) abordó el problema por medio de la ejecución del modelo dinámico sobre la geo simulación, donde todos los elementos que intervienen se interrelacionan de manera activa. La geo simulación, y el uso de simulación avanzada Traffix resolvieron la problemática expuesta en forma virtual con las características relacionadas a los accidentes de tránsito.

(Beltran & Torres, 2016) Realizó un análisis de tráfico vial, un diseño geométrico del tramo, un diseño de pavimentos del tramo 1 de la vía Paracuspamba – Cauquil, así como realizar el diseño de las obras complementarias necesarias (muros de contención, cunetas, etc.) y por ende todo lo que abarca el estudio técnico – financiero para la vía Paracuspamba – Cauquil ubicada en el cantón Girón. Llegando a la conclusión de que con el diseño geométrico planteado se lograra llegar a los niveles de seguridad, comodidad y de estética, requeridos para que la vía Paracuspamba – Cauquil tenga los niveles de servicio adecuados para la intensidad de transito actual y futuro. La finalización de este proyecto en el sector mencionado beneficiara a más de 12500 habitantes a lo largo de los 20 años de vida útil del proyecto.

(Hernandez & Riaño, 2016) Tomo como objetivo elaborar el estudio de tránsito para proponer posibles soluciones viales a desnivel en la intersección de la Carrera 8 entre Calles 25 y 26, que puedan mejorar el tránsito y la congestión vehicular de este sitio. Llegando a la conclusión que al plantear la simulación de 2 posibles escenarios de congestión vehicular cada uno de estos con 2 tipos de solución; se opta por el escenario 2 de diseño modificado y en este escenario la solución 1 nos

da como resultado que en cuanto al nivel de servicio en el sentido sur a norte será del tipo A con un 71.5% de velocidad límite y en el sentido de norte a sur pasara de un nivel de servicio F a un nivel de servicio A con el 51.3 % de la Velocidad Límite.

(Martinez & Cheu, 2013) Esta investigación propone una secuencia de señal trifásica y probó el rendimiento operativo de un DCDI, en un intercambio de autopista con caminos frontales y bajo una variedad de escenarios de demanda de tráfico, se utilizó programas de modelación de tránsito para optimizar los planes de sincronización, calcular el retraso de la intersección, el nivel de servicio de la intersección y el retraso de los movimientos directos en las carreteras frontales.

(Wang, Lawson, & Shen, 2014) Esta investigación se centra en un enfoque nuevo que transforma los datos SIG de carreteras existentes que solo contienen información 2d en modelos de red de carreteras 3D de alta fidelidad. Los resultados muestran que un modelado 3d rápido y eficiente para aplicaciones que tienen requisitos estrictos en modelos de carreteras de alta fidelidad.

(Qi Zhou, 2014) Este estudio primero investigó varios enfoques existentes para detectar automáticamente los intercambios en una red de carreteras, y determinó que el reconocimiento de las intersecciones de carreteras características es esencial para la detección efectiva de los intercambios. Se llevaron a cabo varios experimentos para investigar nueve tipos de intersecciones viales para la detección de intercambio y para analizar las características. Además, se propuso y validó un enfoque para la detección de intersecciones y segmentos de intercambios. Se probaron las redes de carreteras en diferentes escalas y los resultados muestran que: (1) las uniones en forma de T y en forma de C son muy comunes en las redes de carreteras.

(MANHÃES, 2018) realizaron un estudio para determinar la viabilidad de adaptar la intersección vial existente entre las autopistas PR - 498 y PR - 554 en el municipio de Presidente Castelo Branco - PR. La geometría de la unión actual no incluye las dimensiones de los vehículos que la utilizan, además de ser un punto crítico de la red de carreteras de Paraná con la ocurrencia de varios accidentes. El estudio se basó en la encuesta de los datos básicos del sitio y el pre-dimensionamiento de las

características principales de la solución propuesta para la adecuación, para lo cual el vehículo del proyecto adoptado fue el BLT, un camión de doble articulación comúnmente utilizado para el transporte de caña de azúcar incidente. La locación.

(Lopes, 2019), trabajó sobre una plataforma de trabajo sofisticada City Information Modelling que permite a los profesionales colaborar en proyectos e información de la ciudad a través de un modelo 3D paramétrico centrándose en las potencialidades de aplicación en la planificación y gestión urbana de Curitiba con el software Infracore. El artículo contribuye a la comprensión de la tecnología y sus posibilidades, lo que podría agregar a la planificación de las acciones de intervención urbana, el acceso a información técnica que ayuda a mejorar los análisis sobre las potencialidades e interferencias.

(MIRANDA & SALVI, 2019) Investiga la gran importancia del uso de la metodología BIM en los proyectos de ingeniería en Brasil. Actualmente, estas herramientas agregan una gran capacidad visual a los proyectos, lo que permite visualización en 3 dimensiones (3D), animaciones con movimientos en el espacio 3D e inmersión en los modelos del proyecto. Estas herramientas tecnológicas permiten identificar las interferencias entre todas las disciplinas de la ingeniería, de esta manera se logra una mayor productividad y eficiencia en los proyectos, así como también nos permite simular los procesos constructivos.

(ALTHMAN, MORETTI, & PEREIRA, 2018) realizaron comparaciones entre metodologías topográficas tradicionales y modernas, Estación total y Laser Scanner 3D respectivamente en la cual concluyeron que trabajando con Laser Scanner 3D se logra un mayor detalle en los levantamientos topográficos y una mejor eficacia, sin embargo se necesita de una computadora más sofisticada debido a la cantidad de puntos e información que recolecta esta metodología. Otra desventaja es que el Laser Scanner 3D es mucho más costoso que una Estación total.

(Fonseca & Gallo, 2016) Tiene como objetivo el desarrollo de un diseño geométrico de una intersección a desnivel como propuesta para solucionar la movilidad en el corredor vial ubicado en la Avenida Caracas- sector Molinos (Calle 51 Sur entre Carrera 7 y Carrera 9). En la cual se llegó a la conclusión que el diseño de

intersección a desnivel se considera como la mejor opción ante el congestionamiento vehicular que presenta dicho sector puesto que se eliminó 2 intersecciones semaforizadas encontradas y 6 semáforos que ocasionaban el congestionamiento. Así mismo se adicionaron dos carriles por calzada, resultando 3 carriles para transporte mixto y dos para los articulados del sistema de Transmilenio.

(Oliveira , Madiera, & Lima, 2015), realizaron una análisis de la implementación de una intersección conjunta de las carreteras estatales ES-010 y ES-257 con Barro Riacho en la ciudad de Aracruz en el estado de Espírito Santo, Brasil, para inferir una mayor capacidad de movilidad con el crecimiento de El tráfico en esta carretera. Con la finalidad de crear la capacidad de mejorar los cuellos de botella que prohíben la seguridad y la movilidad de la carretera.

(Medina & Olin, 2018).Tomo el objetivo de descongestionar y mejorar el tránsito vehicular producido en las intersecciones de la av. Salaverry con la Calle Quiroz y San Juan de Dios Cercado de Arequipa en el cual planteo un diseño estructural de un intercambio vial, llegando a la conclusión que mediante soluciones parciales de alto costo, la Av. Salaverry pasa de un nivel de servicio E y F en ambos sentidos a un nivel de servicio B y C con lo cual quedo sustentado que la intersección a desnivel aumento la capacidad de servicio en intersecciones con alto congestionamiento de tránsito.

(Mamani & Chura, 2016) Diseño un intercambio vial y propuso una solución a la congestión vehicular de dicha ciudad, con lo cual mejoro la conectividad, comodidad y seguridad de los conductores en la intersección de la carretera Panamericana Sur Km. 1369+484 y la venida el estudiante – Puno; Para lograr estos objetivos planteo el diseño de un intercambio vial a desnivel, así como el diseño Geométrico en planta y perfil de las dos vías involucradas, el diseño de la estructura del Pavimento y el estudio de Suelos; concluyendo que de todos los posibles diseños propuestos en la DG-2014 para este tipo de intersecciones a desnivel de 3 ramas el más óptimo resulto ser el de tipo trompeta con prevalescencia a la entrada el cual permitía una circulación máxima de 172 vehículos mixtos para periodos de cada 15 minutos en el sentido de PUNO – DESAGUADERO.

(Abanto & Pedraza, 2019) Realizo el diseño de un intercambio vial a desnivel entre las intersecciones de la Vía Evitamiento y Prolongación Bolognesi en la ciudad de Chiclayo – Lambayeque, mediante el levantamiento topográfico de la zona donde este se efectuó realizando el estudio de mecánica de suelos, el diseño geométrico y estructural de los elementos para la intersección a desnivel, así como su correcta señalización, su presupuesto y elaboración de planos. Concluyendo que el diseño geométrico del intercambio a desnivel mantendrá el mismo alineamiento existente, así como sus parámetros de diseño, ya que el diseño es solo un tramo y no toda la carretera, para el nuevo diseño este tramo contara con 2 calzadas divididas de 7.2 m., 1 separador central variable, una berma de 1.6 m y un gálibo de 5.56 m.

(Ríos, 2018) Realizo la elaboración de una evaluación de la situación existente en la Av. Cáceres obteniendo las falencias técnicas en el sistema vial y con esto plantear soluciones a mediano y largo plazo desde un punto de vista técnico y económico a través de los software INFRAWORKS y SINCHRO 8 con tecnología HCM 2010 y el manual de carreteras MTC DG-2018, se concluyó que las falencias no se deben a un exceso de vehículos ya que estos se encuentran en un nivel por debajo de lo requerido para la vía urbana con intersecciones semaforizadas .Se hizo una primera propuesta, la cual consiste en añadir carriles segregados de giro a la izquierda, una optimización y sincronización de semáforos y canalizaciones estas implementaciones mostraron un resultado muy notable reduciendo las demoras totales en un 92 % con lo cual la velocidad promedio pasaba de 9 km/hr. a 35km/hr luego se planteó una segunda propuesta que consistía en implementar una intersección novedosa a nivel como lo es una CFI (*Continuos Flow Intersection*), implementando dicha intersección se obtuvieron resultados excelentes y se concluyó que implementando este tipo de intersecciones en el Perú se solucionaría el tránsito de manera eficaz y eficiente.

(Ruiz, 2017) Realizo la modelación macroscópica de una red universitaria donde se emplean diversos modos de transporte en la cual se documenta la combinación teórico-práctico que es requerida para el diseño de una red de transporte a nivel macroscópico utilizando el software VISUM 15. En la cual concluyo que el aumento de la participación de intercambio modal de los diferentes tipos de transporte en contraposición a generar una red de transporte congestionada conllevo al aumento

de la velocidad promedio de viaje y a su vez a la reducción del promedio de tiempo de viaje por transporte público por medio de la implementación y mejoramiento de infraestructura para ellos (ciclo vías y vías de acceso más directas para peatones), reduciendo infraestructura motorizada por medio de la movilidad sostenibles, además de la reubicación y creación de servicios, el porcentaje de disminución que se obtuvo del uso del transporte privado, según los resultados del software empleado, sería del 31%

En otro Orden de ideas tenemos otras teorías relacionadas al tema como, por ejemplo:

Topografía aplicada a carreteras

La topografía es la ciencia que nos permite representar a la tierra con sus formas y detalles. Para el estudio, construcción o supervisión de cualquier proyecto de infraestructura vial será necesario el uso de la topografía, para la construcción de una carretera se tiene diferentes etapas como son la planificación, anteproyecto, proyecto y construcción, y en lo que respecta a la topografía tenemos el estudio de rutas, estudio del trazado, Anteproyecto y Proyecto.

Para el estudio de las rutas se tendrán datos preliminares y reconocimiento de campo, en esta etapa se elaborarán croquis, obtendrán datos preliminares y se evalúan las rutas. Con respecto al estudio del trazado se inspeccionará detalladamente las rutas seleccionadas, definiendo los posibles trazados para la carretera, en esta etapa también se realizará la poligonal de apoyo, ésta debe ser tal que recopile todos los detalles necesarios para tener una óptima línea de trazado del eje.

Para el anteproyecto se tendrá una línea tentativa del eje, elaborando planos donde se indique la planimetría y altimetría de la carretera en estudio. Finalmente, el Proyecto es donde se definirá el eje de la vía, el replanteo del trazado, se definirá las obras de artes, los sistemas de drenaje y redacción de los informes y memorias de cálculos con sus respectivos planos. (Medina & Olin, 2018).

Levantamientos topográficos

El levantamiento es uno de los más antiguos artes practicados por el hombre, ya que desde la antigüedad ha sido necesario demarcar límites y dividir la tierra. Es una operación técnica que consiste en medir directamente el terreno. Se puede definir el levantamiento como el conjunto de operaciones y medios puestos en práctica para determinar las posiciones de puntos del terreno y su representación en un plano. En cuanto a su extensión, los levantamientos pueden ser topográficos o geodésicos. (Casanova, 2002)

Planimetría

Se denomina planimetría al conjunto de los trabajos realizados para tomar en el campo los datos geométricos necesarios que permitan construir una figura semejante a la del terreno, proyectada sobre un plano horizontal. (Casanova, 2002).

Altimetría

Es una rama de la topografía que calcula la coordenada vertical o cota de los puntos en el terreno o de una construcción. Para determinar las cotas de los puntos se usará un método topográfico denominado Nivelación geométrica. También hay una rama de la topografía para calcular de manera rápida y sencilla la planimetría y la altimetría simultáneamente llamada Taquimetría. (Casanova, 2002).

Curvas Horizontales

Las curvas circulares simples están compuestas por arcos de circunferencia de un solo radio que están unidas a dos tangentes continuas, para dar una mayor seguridad se debe tener en cuenta los radios mínimos estos se calculan de la siguiente manera:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(P_{máx} + f_{máx})} \quad (1)$$

Dónde:

R_{mín}: Radio mínimo

V: Velocidad de diseño

P_{máx}: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)

F_{máx}: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Asimismo, las curvas horizontales cuentan con una pendiente transversal que es el peralte, además cuentan con un sobreebanco por es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud gradual, al cual se le llama longitud de transición y se calcula de la siguiente manera:

$$L_{mín} = \frac{V}{46.656j} \left[\frac{V^2}{R} - 1.27p \right] \quad (2)$$

Dónde:

V: Velocidad de diseño

R: Radio de curvatura

J: Variación uniforme de la aceleración (m/s²)

P: Peralte correspondiente a V y R (%)

Diseño Geométrico de Intersecciones

Estas infraestructuras viales pueden ser diseñadas a desnivel o nivel, se puede dar entre carreteras o con vías férreas, se determinará sus características en función a la topografía, capacidad de flujo vehicular y los requerimientos del diseño geométrico del proyecto de investigación. (Uribe, 2009)

Intersecciones a nivel

Sin canalizar

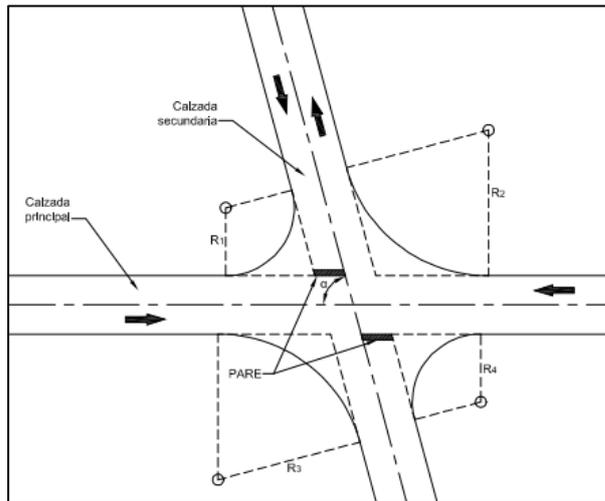


Figura 1 Esquema base de intersección en “Cruz” o “X”

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018.

Para la realización de la intersección a nivel tenemos que tener algunos criterios básicos de diseño:

Se debe considerar el ángulo de entrada (α) entre 60° y 90° .

Los radios mínimos deben pertenecer al radio mínimo de giro del vehículo con el cual se diseñará la intersección.

Se debe tener en cuenta la pendiente longitudinal de la vía, ésta no debe superar el 4%, para mejorar el arranque de entrada de los vehículos.

La intersección debe cumplir la distancia de velocidad de cruce (D_c), establecido en la norma de diseño DG 2018. (Hernández, Vidaña, & Rodríguez, 2017).

Canalizadas

Diseño de carriles de cambio de aceleración:

- Carriles de aceleración.

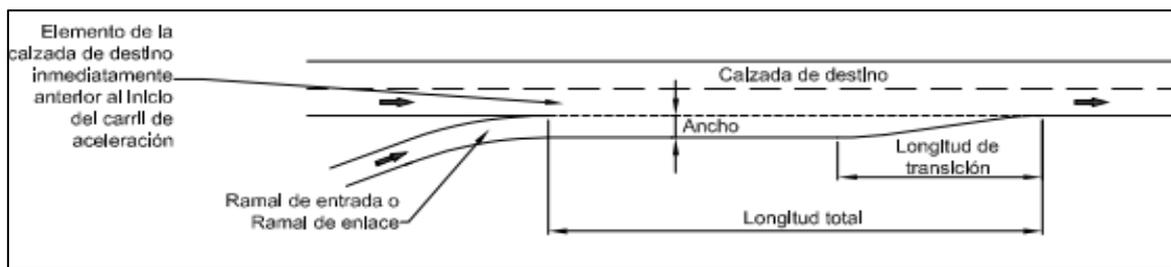


Figura 3 Esquema de un carril de aceleración

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018

Se debe diseñar carriles de aceleración antes de entrar en un ramal de salida, estos deben ser paralelos a la calzada principal, para que ambos tengan una velocidad similar. Para la velocidad de diseño el proyectista deberá tener en cuenta a buen criterio, con lo que respecta al ancho del carril de aceleración este tendrá un mínimo de 3.30 metros. (Hernández, Vidaña, & Rodríguez, 2017).

La longitud total es la suma de la zona de aceleración más el largo de la cuña, a continuación, se muestra en la siguiente fórmula:

$$LT = LA + LC \quad (3)$$

Dónde:

LT= Largo total

LA= Largo en zona de aceleración

LC= Largo de la cuña

Se debe tener en cuenta cuando el carril va ser proyectado en una curva que requiera Sobreancho, la cual se determina con la siguiente fórmula:

$$b = b_0 + Sa \quad (4)$$

Dónde:

b: nuevo ancho total del carril

b_0 : ancho inicial de carril

Sa: sobreancho

- Carriles de desaceleración.

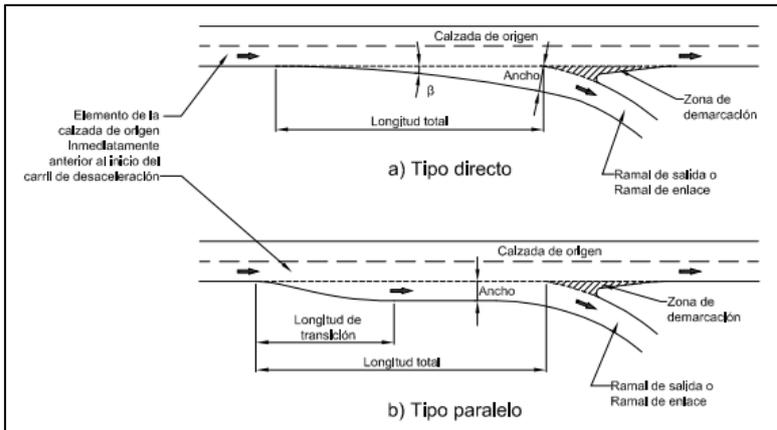


Figura 4 Esquema de un carril de desaceleración

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018

Su objetivo es permitir que los vehículos al ingresar a un ramal de salida, puedan disminuir su velocidad hasta llegar a una velocidad similar al de la calzada secundaria. De igual manera que los carriles de aceleración la velocidad se diseñará a buen criterio del proyectista, así como también el ancho del carril de desaceleración no debe ser menor de 3m. Carriles de desaceleración (Cárdenas Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, 2013)

7. Isletas

Las isletas son elementos resultantes del diseño de una intersección a nivel, que nos permiten el mejor manejo y separación de conflictos, se ubican entre los carriles de circulación, tienen distintas funciones como servir de resguardo a los peatones, guiar el movimiento de los vehículos, además en estos espacios se colocan la señalización e iluminación de la intersección vial. Las isletas pueden estar pintadas en el pavimento o estar físicamente separadas de los carriles. (Cárdenas Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, 2013)

Isletas divisorias

Esta isla tiene una silueta de lágrima, mayormente se diseñan en las cercanías de las intersecciones, en carreteras no divididas, de igual modo sirven para dividir sentidos de circulación igual u opuesta, preferentemente medirán 100 m. o más, sin embargo, la longitud mínima será de 30 m. esta isla mayormente se emplea en

carreteras sin división central, para alertar a los conductores de la existencia de un cruce. (Abanto y Pedraza 2019 p.68).

Isletas direccionales

Estas isletas están proyectadas para orientar los movimientos del tránsito, ya que por su forma los conductores pueden realizar movimientos específicos dentro de la intersección. De acuerdo a la magnitud de la interacción, las isletas tendrán diferentes formas y tamaños, pueden ser triangulares que separan los giros a la derecha y centrales en los cuales los vehículos girarán alrededor de ellas. El tamaño de las isletas centrales será de 4.5 m² a 7 m² y las isletas triangulares tendrán como mínimo un lado que mida 2.4 m a 3.6 m. (Abanto y Pedraza 2019 p.68).

Intersecciones a desnivel

Es una alternativa de solución de diseño geométrico, cuando existe un cruzamiento entre dos o más carreteras en diferentes niveles, con el objetivo de tener una circulación libre, con el mínimo de puntos posible. Un intercambio vial se construye con la finalidad de dar seguridad vial, incrementar la capacidad o el nivel de servicio de las intersecciones.

Existen intersecciones a desnivel de tres ramas, tipo trompeta "T", direccionales en "T" y "Y". También hay intercambios de cuatro ramales con condición de parada e intercambios de cuatro ramales de libre circulación. (Patran Rojas & Girón Rodríguez, 2015).

Criterios básicos de diseño

Para la realización del diseño geométrico de una intersección a desnivel se debe tener en cuenta los datos de los estudios de ingeniería de tránsito. Estos estudios deben contener los diagramas de flujos vehiculares, el factor de Hora de Máxima Demanda, el análisis de capacidad, proyecciones al año meta y el pre dimensionamiento de cada alternativa propuesta. Para el diseño geométrico se debe tener los siguientes criterios:

Se debe diseñar carriles de cambio de cambio de velocidad, según las normas establecidas por el MTC.

Se debe diseñar el segmento central de un ramal de enlace estableciendo una velocidad específica que estará en función al elemento geométrico. (Riquetti Morales & Pinos Mata, 2016)

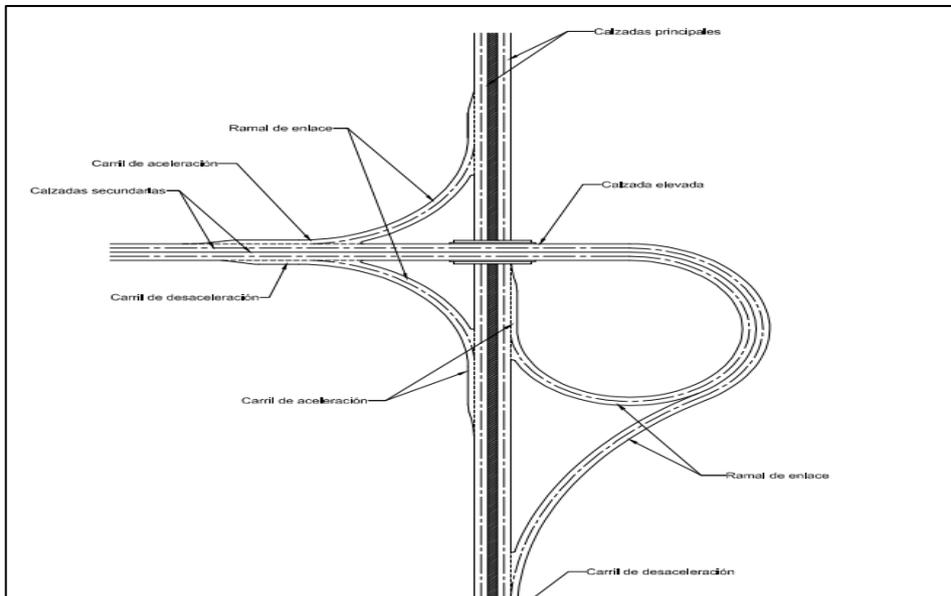


Figura 5 Esquema de diseño

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018-

Sección de Entrecruzamiento

Esta sección pertenece cuando se entrecruzan los diferentes flujos vehiculares que siguen un mismo rumbo de circulación, que requiere en la sección de entrecruzamiento un número mínimo de carriles, esta se determina con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{(W1 + KW2 + F1 + F2)}{C} \quad (5)$$

Dónde:

N: Número de carriles de entrecruzamiento.

W1: Volumen vehicular mayor que se entrecruza.

K: Factor de entrecruzamiento (1 a 3)

W2: Volumen vehicular menor que se entrecruzan.

F1, F2: Flujos exteriores que no se entrecruzan.

C: Capacidad normal del carril de la vía principal.

ESTUDIO DE TRÁFICO

Aforo de tráfico

Para la realización del estudio de tráfico es necesario conocer sus características, desarrollar medidas en el área del proyecto. Se recolectarán datos como base para la programación del intercambio vial. Para minimizar los costos nos podemos apoyar en investigaciones pasadas con datos con suficientemente confiables. La calidad de datos que se desea obtener dependerá de los métodos y técnicas de estudio a realizarse. Las primordiales cualidades del tráfico que se estudian son: Las velocidades y tiempos de recorrido de los vehículos, las intensidades de circulación, el origen, destino y objeto de los viajes, etc.

Para la intensidad de circulación será necesario contar o aforar la cantidad de vehículos que transitan por la determinada vía. El objetivo primordial para la realización de un plan de aforo de vehículos es obtener el (IMDA) Índice diario medio anual, del lugar a desarrollar el proyecto. Los resultados que se obtienen en los planes de aforo nos servirán para el diseño y acondicionamiento del intercambio vial. (Sotil & Chalco, 2014).

Mediciones de velocidad

La medición de velocidades y de tiempo de recorrido de un vehículo es primordial para el diseño de un intercambio vial, ya que la velocidad de un vehículo nos permite determinar el funcionamiento de la circulación y así poder evaluarla correctamente. Realizando diferentes técnicas podemos medir las velocidades, como por ejemplo estableciendo dos marcas en la calzada y medir el tiempo que transcurre el vehículo al pasar por dichas marcas.

También podemos realizar medidas de tiempos de recorrido y demoras, para realizar esta técnica debemos obtener el valor medio de este tiempo de recorrido más que la distribución por frecuencias. Se puede obtener los tiempos midiendo en el instante que circulan los vehículos en dicho tramo, es decir cuando entran y salen, o también recorrer dicho tramo varias veces con un solo vehículo. (Abanto y Pedraza 2019 p.99).

Estudios de origen y destino

Para determinar una futura demanda de tráfico necesitamos obtener el origen y destino de los vehículos y porque se realizan, ya que realizando los aforos de tráfico solo podemos obtener la cantidad de vehículos que circulan por la vía. Mediante una encuesta que se realiza a los viajeros podemos obtener dichos datos para ello debemos planificar bien y organizar las preguntas acerca de la característica de los viajes que se realizan. Para ello se realizan encuesta de pantalla y cordón que consiste en encuestar a los viajeros en la propia vía, consiguiendo información sobre las características de los viajes, así mismo se determinan en diferentes lugares de la vía estaciones de encuesta.

También se realizarán encuestas domiciliarias a las personas de la zona, mayormente estas se emplean cuando hay una gran densidad vial, en la que no se podría determinar pantallas o cordones necesarios, estas encuestas son más detalladas a comparación de las encuestas de pantalla o cordón, se obtendrán el detalle de los viajes realizados en fechas pasadas, donde se especificará el origen, destino, modo de transporte, ruta aproximada, motivo, etc. (MTC, 2017).

Así mismo se utilizará las siguientes fórmulas para determinar el tráfico medio diario semanal y tráfico medio diario anual:

$$TMDS = \frac{TS}{7} \quad (6)$$

Dónde:

TMDS: Tráfico medio diario semanal

TS: Tráfico durante una semana

$$TMDA = TMDS \pm K\sigma \quad \rightarrow \quad TMDA = TMDS \pm K \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right) \quad (7)$$

Dónde:

TMDA: Tráfico Medio Diario Anual

TMDS: Tráfico Medio Diario Semanal

K: Número de desviaciones estándar correspondientes al nivel de confiabilidad deseado; 1.64 para un nivel de confiabilidad del 90% y 1.96 para un nivel de confiabilidad del 95%.

σ : Estimación de la desviación estándar poblacional

S: Estimación de la desviación estándar muestral

N: Número de días al año

$N = 365$

n: Número de días en una semana

$n = 7$

MODELACIÓN 3D

El modelado 3D es un procedimiento que se desarrolla en base de una representación matemática de cualquier objeto de manera tridimensional a través de una herramienta especializada como lo es un software de diseño al producto de este software de diseño se le denomina modelo 3D.

El software de modelado 3D es un tipo de software de gráficos 3D utilizado para producir modelos Tridimensionales de cualquier tipo, los programas de este tipo son llamados modeladores. (Ríos 2018 p.54).

INFRAWORKS

El Infracworks es una software y herramienta de diseño conceptual y visualización, una herramienta de diseño, análisis y cálculos ingenieriles posicionándose, así como una plataforma BIM en proyectos de infraestructura civil por lo cual su uso es cada vez más frecuente de proyectos de construcción Civil por su amplia gama en cuanto a su uso y su gran visualización en cuanto a modelación se refiere. (Franco, 2014).

III. METODOLOGÍA

Este capítulo consiste en mostrar los pasos que se cumplen dentro de la investigación, de forma ordenada y secuencial para la recolección de datos y análisis de la misma, permitiendo constatar el enfoque, tipo de investigación, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos para recopilar la información y las técnicas de procesamiento y análisis de datos, por último, los aspectos éticos.

3.1 Tipo y diseño de investigación

Según la finalidad

El estudio es una investigación aplicada, pues se estudiará a través de la modelación 3D el diseño geométrico vial a utilizar. Según Lozada (2014), la investigación aplicada consiste en la aplicabilidad de manera instantánea sobre las realidades que se presentan en una comunidad o en un sector de producción de una organización. Se encuentra basada en la relación con respecto a la teoría y el producto, donde estas investigaciones le dan valor agregado de acuerdo a la indagación básica.

Según el carácter, nivel o profundidad

La investigación es de carácter explicativo, pues intenta exponer el resultado si se plantea el diseño geométrico vial a través de la modelación 3D. En cuanto a Sampieri (2014), la investigación explicativa se resalta más que todo en definir el hecho y especificar como ocurre.

Según su enfoque o naturaleza, la investigación

El estudio es de tipo cuantitativa, debido a que la recopilación de los datos se analizara y se procesara por medio de los elementos que se observan y se miden por medio de herramientas estadísticas y simulador. Para Valderrama (2013) la investigación cuantitativa tiene por objeto la examinación de una situación por medio de cálculos numéricos, los cuales serán analizados mediante la presentación de tablas y gráficos.

Según el diseño

Según el diseño la investigación es no experimental, debido a que se realiza una simulación y no se manipula directamente la variable. De acuerdo a Borjas (2016) este tipo de investigación consiste en que no se visualizan los potenciales indicios que se pueden manipular.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: - **Cálculo geométrico.**
 - **Modelación 3D.**

Variable Dependiente: - **Diseño Geométrico del intercambio vial y su modelación.**

Operacionalización

La operacionalización de las variables, Sirve para identificar las dimensiones e indicadores necesarios para alcanzar el objetivo del estudio, y aparece resumido en el ANEXO-3.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

En el estudio esta representa la carretera Panamericana Sur donde se va hacer la modelación para plantear el diseño geométrico vial. De acuerdo a lo planteado por Tamayo y Tamayo (1997), la población representa a los elementos que se van a estudiar de acuerdo al universo en estudio donde se considera los factores que muestran los valores y resultados de acuerdo al estudio realizado.

3.3.2 Muestra

Según lo planteado por Hernández, Fernández y Batista (2014) define que la muestra está representada por una porción del universo de estudio que sea representativa de esta donde se realizara los valores correspondientes. La muestra estará representada por la modelación de la intersección de la Carretera panamericana Sur con la Avenida El sol de villa el salvador.

3.3.3 Muestreo

(Hernández, Fernández y Baptista, 2014) menciona también que la muestra no probabilística muestra un proceso de elección donde el investigado escoge a la muestra por criterios propios y no la escoge al azar (p.189). Entonces está claro que esta investigación ha escogido la muestra con criterios propios para completar la investigación y no se escogió al azar. Muestra que es una investigación no probabilística.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos a utilizar para poder analizar la información y así poder recolectar todos los datos se encuentran, como debe ser, conectados en forma directa con la hipótesis y los objetivos, los cuales buscan a su vez dar una respuesta efectiva a la problemática que se ha planteado. Fidias (2012) plantea que una vez realizada la operacionalización de las variables y se han definido los indicadores, se hace necesario seleccionar las técnicas y los instrumentos que se van a usar para hacer la recolección de los datos que permitirán la verificación de las hipótesis o dar respuesta a las interrogantes formuladas. Las técnicas que se utilizarán durante el desarrollo de la investigación serán, revisión documental, observación participante y programa de modelación.

3.4.2 Instrumentos

El instrumento a utilizar para la recolección de información será notas de las observaciones y además el reporte de modelación del simulador utilizado el cual permitirá recabar los datos proporcionados Dichos resultados cuentan con el aval de la confiabilidad y validez según los procedimientos estandarizados en el reglamento de la norma MTC.

3.4.3 Validez

Por otro lado, para Pérez. (2010), la validez en términos generales, “se refiere al grado en que un instrumento, el cual mide la variable que pretende evaluar”. (p.119). La muestra de estudios será válida por el criterio de expertos, es decir, por ingenieros civiles especialistas en el tema de estudio y el programa Civil 3D ya que tiene validez por ser un programa de modelamiento 3D y análisis del tránsito, es muy utilizado por los ingenieros para diseño de infraestructuras viales.

3.4.4 Confiabilidad

Según Torres (2006), indicó que la confiabilidad de un instrumento se refiere a la consistencia de las puntuaciones obtenidas (p.214). Para esta investigación no se considerará la confiabilidad. Los resultados obtenidos a través de las fichas de observación de campo, revisión documental, modelamiento en el Civil 3D se interrelacionarán ya que este método ha sido utilizado comúnmente por ingenieros civiles para diseños viales, entonces los instrumentos presentados serán de mayor confiabilidad.

3.5 Procedimientos

Para el presente proyecto de investigación se utilizó diferentes plataformas virtuales de búsqueda académicamente certificadas, en primer orden se consideró los artículos de revistas indexadas, capítulos de libros, investigaciones de pregrado de diferentes universidades reconocidas, investigaciones de instituciones, entre otros. Estas búsquedas se realizaron en base de datos académicas como EBSCO, Google Académico, Dialnet, Scielo, Proquest, teniendo en cuenta además que la antigüedad no sea mayor a cinco años y utilizando el uso de palabras clave en idiomas inglés, español, portugués, etc.

3.6 Método de análisis de datos

Una vez realizada las inspecciones y visitas al lugar de estudio y llenado la ficha de observación de campo se procederá a realizar una descripción del mismo y planteamiento de los resultados y evaluación del tráfico de acuerdo a la muestra de estudio. Posteriormente, el procesamiento de datos se realizará en forma computarizada utilizando software Civil 3D, en el cual los resultados obtenidos serán analizados en relación con los parámetros de diseño de la norma MTC.

3.7 Aspectos éticos

Para la Oficina de Investigación Lima (UCV, 2016), indicó que “el investigador debe tener el compromiso de exponer los resultados con veracidad, respecto por la propiedad intelectual, responsabilidad y ética” (p.12). Por su parte, los investigadores se comprometen a respetar la veracidad de las ponencias de los juicios de expertos, es decir, desarrollando los contenidos apropiados para dicha investigación, así como la confiabilidad de los datos obtenidos mediante la recolección de información que se realizaran.

IV. RESULTADOS

En el presente capítulo se explican los resultados obtenidos de nuestra investigación de acorde a los estudios realizados.

4.1 Estudio Topográfico

El proyecto de investigación se encuentra ubicado en la intersección de la Av. El Sol cruce con la carretera Panamericana Sur, Km19 en el distrito de Villa El Salvador, en la ciudad de Lima, el levantamiento topográfico tuvo una duración de dos días.

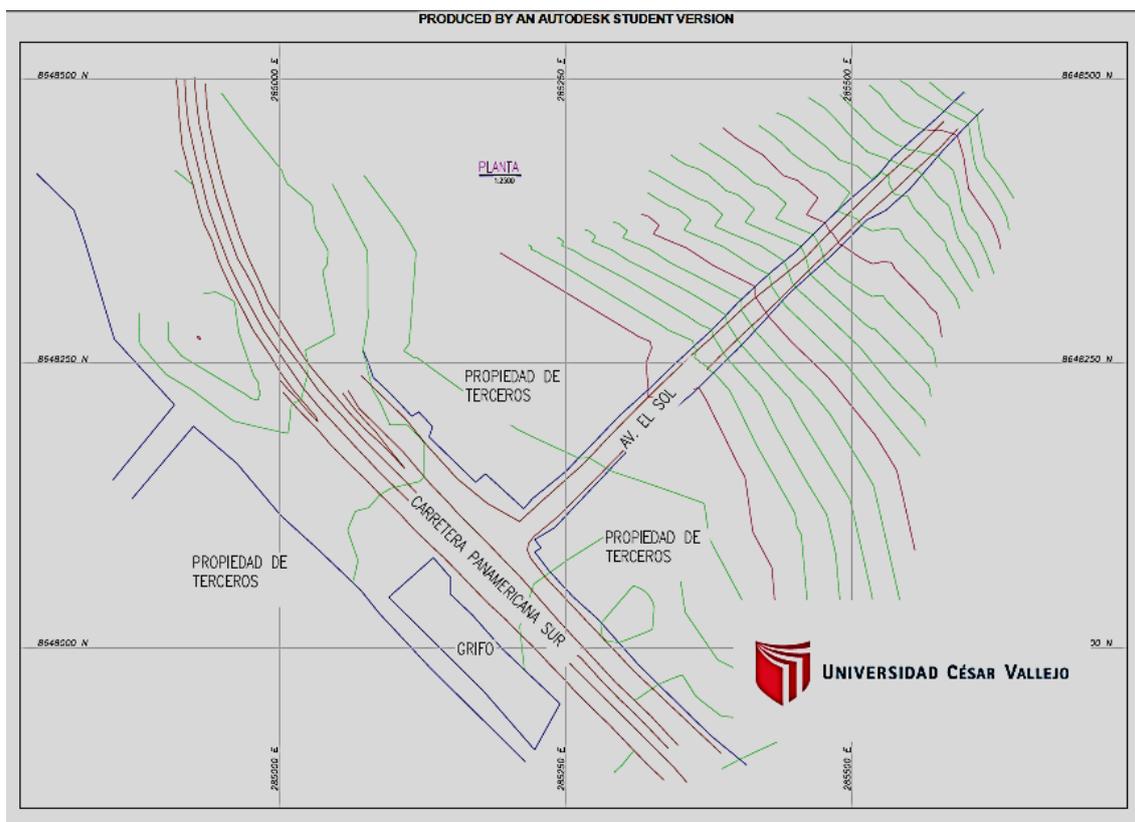


Figura 6 Levantamiento Topográfico

Fuente: Elaboración propia.

Planimetría: El levantamiento topográfico se llevó a cabo en un área de 8.711 hectáreas, realizando principalmente el levantamiento de un tramo de la carretera Panamericana sur y la Av. El sol, de igual manera se levantó los límites de propiedad, pistas, veredas y terreno natural. También se realizó una poligonal cerrada de cuatro vértices con la finalidad de obtener un resultado preciso y una mejor posición al momento del levantamiento topográfico. Este trabajo se realizó con una cuadrilla

de un topógrafo y dos auxiliares de topografía, así mismo para realizar las mediciones usamos una estación total Sokkia Set 610 con sus respectivos accesorios. Con la información obtenida se realizó el procesamiento de los puntos topográficos, suavizado de las curvas de nivel y teniendo como producto final el modelo digital del terreno con el software Civil 3D.

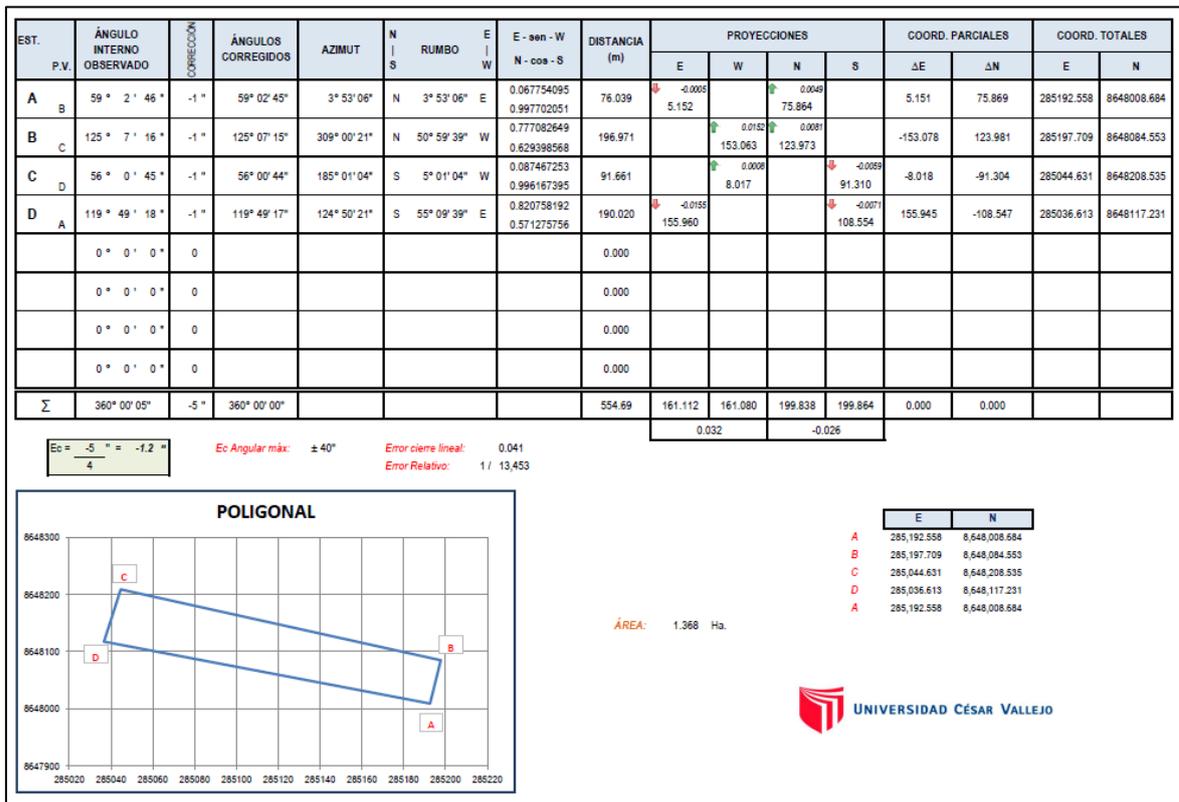


Figura 7 Cálculo de Poligonal de apoyo.

Fuente: Elaboración propia.

Altimetría: La zona de estudio altimétricamente presenta un terreno plano a lo largo de la carretera Panamericana Sur, sin embargo, a lo largo de la Av. El Sol presenta un pronunciado desnivel cuya cota máxima es de 42.38 msnm y una cota mínima 7.35 msnm.

A continuación, se detalla las coordenadas de los puntos de las estaciones del levantamiento topográfico:

Tabla 1 Estaciones del Levantamiento Topográfico.

| Estación | Coordenadas | | Cota msnm |
|----------|-------------|-------------|--------------|
| | Este | Norte | |
| A | 285192.558 | 8648008.684 | 6.281 |
| B | 285197.709 | 8648084.553 | 7.319 |
| C | 285044.631 | 8648208.534 | 4.821 |
| D | 285036.613 | 8648117.231 | 4.882 |

Fuente: Elaboración propia

4.2. Cálculo Geométrico de Intercambio Vial a Desnivel

4.2.1 Diseño Geométrico De Alineamiento Horizontal

El diseño geométrico en planta se elaboró con el software Civil 3D e Infracore, con la data obtenida del levantamiento topográfico. El Intercambio Vial está formado por dos Ramales de Enlace a desnivel, el ramal de Enlace Sur a Norte que empieza en la av. El Sol y se conecta con la Panamericana Sur y el Ramal de Enlace Norte a sur que inicia en la Panamericana Sur y se conecta con la av. El Sol.

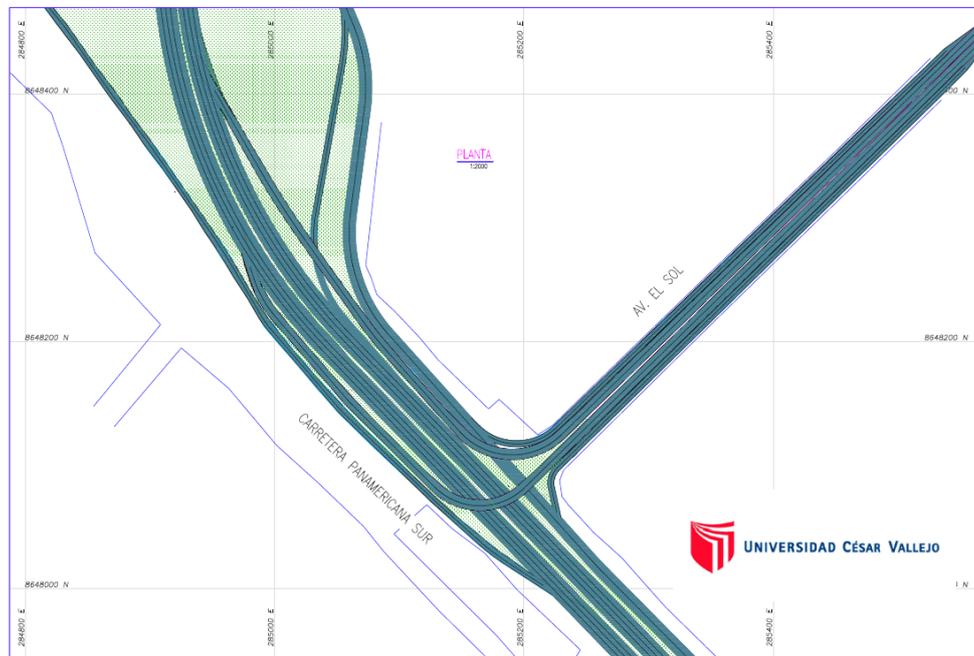


Figura 8 Trazo y Diseño de Alineamiento Horizontal.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Diseño Geométrico de Alineamiento Vertical.

Seguidamente se presenta los parámetros de diseño, que presentan las vías involucradas en el intercambio vial del proyecto.

Tabla 2 Parámetros de diseño geométrico en la carretera Panamericana Sur.

| Parámetros | Descripción |
|---------------------|-------------------------------|
| Clasificación | Autopista de Primera Clase |
| Características | Dos calzadas de tres carriles |
| Orografía | Terreno plano – Tipo 1 |
| Velocidad directriz | 80 km/h |
| Calzada | 14 m. |
| Bombeo (%) | -2 % |
| Separador central | Variable de 3.0 – 6.0 |
| Carpeta asfáltica | 0.10 m. |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 Parámetros de diseño geométrico en la Av. El Sol.

| Parámetros | Descripción |
|---------------------|------------------------------|
| Clasificación | Vía Local |
| Características | Dos calzadas de dos carriles |
| Orografía | Terreno ondulado Tipo 2 |
| Velocidad directriz | 60 km/h |
| Calzada | 7 m. |
| Bombeo (%) | -2 % |
| Separador central | Variable de 0.5 – 1 m. |
| Carpeta asfáltica | 0.05 m. |

Fuente: *Elaboración propia.*

Ramales de enlace

Para el diseño de los ramales de enlace se establecieron de acuerdo a la Norma de Diseño Geométrico DG-2018 establecido por el Ministerio de Transportes y comunicaciones, en la sección 503.12, que se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4 Velocidad de diseño de ramales

| Ramal | Carretera Origen | Dirección | Carretera destino | Dirección | Vd min. Ramal (Km/h) | Vd. adoptado Ramal (Km/h) |
|----------|------------------|-----------|-------------------|-------------|----------------------|---------------------------|
| Ramal SN | Av. El Sol | Sur Norte | Panamericana Sur | Sur Norte | 40 | 40 |
| Ramal NS | Panamericana Sur | Norte Sur | Av. El Sol | Norte a Sur | 40 | 40 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Radio en ramales

| Ramal de enlace | Vd ramal (Km/h) | Radio Mínimo (m) | Peralte máximo (%) | Radio adoptado (m) |
|-------------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Ramal Sur a Norte | 40 | 60 | 4 | 60 |
| | 40 | 60 | 4 | 300 |
| | 40 | 60 | 4 | 400 |
| Ramal Norte a Sur | 40 | 60 | 4 | 160 |
| | 40 | 60 | 4 | 300 |
| | 40 | 60 | 4 | 60 |

Fuente: Elaboración propia.

Perfil Longitudinal

El diseño de intercambio vial tiene en su perfil longitudinal puentes y rampas, en el Ramal de enlace Sur a Norte cuenta con un puente de una longitud de 283.700 m.

el cual inicia en la progresiva 0+533.900 y culmina en la progresiva 0+817.600, además tiene una pendiente longitudinal promedio de -6%, con una altura de 5.30 m. en el cruce con la carretera Panamericana Sur.

En lo que respecta al Ramal de Enlace Norte a Sur, en su perfil longitudinal cuenta con un puente de 90 m. el cual inicia en la progresiva 0+286.200 y termina en la progresiva 0+376.200, además posee una pendiente promedio de 6%. Con un gálibo de 5.30 m. en el cruce con la carretera Panamericana Sur.

Sección transversal

Para la sección típica transversal se presenta los siguientes elementos:

Tabla 6 Elementos de la sección típica en puente.

| Elementos | Características |
|------------------------|--|
| Nº de calzadas | 1 |
| Nº de carriles | 2 |
| Ancho de calzadas | 6.6 m. |
| Ancho de carril | 3.3 m. |
| Ancho de barreras | 0.4 m. ambos lados |
| Superficie de rodadura | Asfalto |
| Bombeo | -2% |
| Peralte máx. | 4% |
| Drenaje | Tubería de PVC de 3" de diámetro cada 3 m. |

Fuente: Elaboración propia.

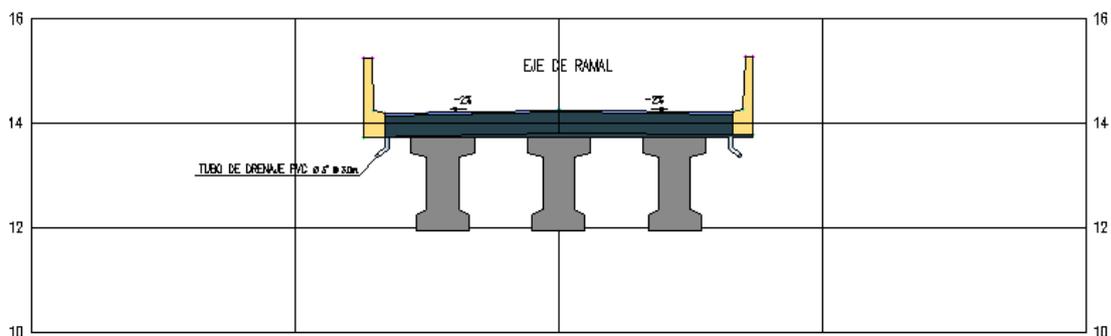


Figura 9 Sección Típica del puente.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 ESTUDIO DE TRÁFICO

4.3.1 GENERALIDADES

En la elaboración del presente estudio se ha tenido presente fundamentalmente el volumen de tránsito que circulará por la intersección de la Av. El sol con la Carretera Antigua Panamericana Sur KM 19 durante un intervalo de tiempo dado y su variación en el tiempo, o sea: la proyección de su crecimiento y de su composición.

Para alcanzar esta finalidad ha sido necesario organizar un servicio de control de tránsito eficiente y dispuesto en locaciones estratégicas, obteniendo los datos mencionados lo más exactamente posible.

4.3.2 OBJETIVO

Los objetivos que se quiere alcanzar son los siguientes:

- Conocer el Volumen Medio Diario Anual de cada tipo de vehículo que circula por el tramo de vía, válido para un cierto período del año, establecido a partir del censo volumétrico de una muestra en una estación de control.
- Conocer el origen y destino de los viajes de los vehículos, carga y pasajeros, en la red de caminos analizada, medidos en toneladas/año y pasajeros/año.

4.3.3 METODOLOGIA

La metodología aplicada para realizar el Estudio de Trafico ha consistido en lo siguiente:

Plan Planificación del estudio, desarrollado en la siguiente manera:

- Reconocimiento de ruta y obtención de información de fuente secundaria;
- Determinación de tramos homogéneos y de estaciones de control;
- Diseño de formatos y esquema de conteo.

Toma de datos:

Se han realizado utilizando un controlador, ubicado cercano a la Intersección de la Av. El Sol con La carretera Antigua Panamericana Sur KM19

La modalidad de toma de datos ha sido la siguiente:

Días : Durante 7 días consecutivos, del 03 al 09 de febrero del 2020.

Horario: De 5.00 a.m. a 8.00 p.m.

Tipo de Control: Conteo del tráfico y estudio de origen y destino.

Análisis de la información:

En esta etapa se ha efectuado una evaluación pormenorizada de los movimientos del tráfico que se producen a lo largo de la Intersección en materia del Estudio.

4.3.4 DATOS DEL AFORO DE TRÁFICO

La composición del tráfico según el aforo realizado del 03.02.20 al 09.02.20, es la que se indica en los siguientes cuadros.

Tabla 7 Aforo de trafico

| TRAMO | RUTA: Carretera Antigua Panamericana Sur con Av. El Sol. | | | | | | | |
|--------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo | TOTAL |
| VEHÍCULOS | | | | | | | | |
| LIGEROS | | | | | | | | |
| Automóviles | 460 | 450 | 480 | 455 | 500 | 600 | 276 | 3221 |
| Camionetas | 60 | 65 | 48 | 78 | 68 | 75 | 56 | 450 |
| Combis | 28 | 25 | 28 | 26 | 28 | 26 | 20 | 181 |
| Micros | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 0 | 21 |
| Total, VL | 551 | 544 | 559 | 563 | 599 | 705 | 352 | 3873 |
| VEHÍCULOS | | | | | | | | |
| PESADOS | | | | | | | | |
| Camión Pequeño | 150 | 155 | 155 | 141 | 159 | 175 | 30 | 965 |
| Camión 2 ejes | 80 | 85 | 82 | 89 | 78 | 91 | 20 | 525 |
| Camión 3 ejes | 5 | 6 | 7 | 4 | 3 | 6 | 1 | 32 |
| Ómnibus | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| Total, VP | 237 | 248 | 246 | 236 | 242 | 274 | 52 | 1535 |
| TOTAL, VEH. | 788 | 792 | 805 | 799 | 841 | 979 | 404 | 5408 |
| OTROS | | | | | | | | |
| MEDIOS | | | | | | | | |
| Motocicleta | 6 | 9 | 12 | 9 | 9 | 7 | 9 | 61 |
| Bicicleta | 15 | 14 | 8 | 13 | 6 | 8 | 4 | 68 |
| Peatones | 80 | 90 | 75 | 89 | 87 | 102 | 45 | 568 |

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5 FRECUENCIA DE LOS SERVICIOS

En los cuadros siguientes se muestra la frecuencia de los servicios de transporte en la zona del Proyecto, los cuales están dados en número de viajes por día.

Tabla 8 Frecuencia de los servicios

| RUTA: Carretera Antigua Panamericana Sur con Av. El Sol. | | | | |
|---|---------------|------------|-------------------------|---------------|
| MEDIO DE TRANSPORTE | N° DE VIAJES | N° DE DÍAS | FRECUENCIA (viajes/día) | % |
| VEHÍCULOS | | | | |
| LIGEROS | | | | |
| Automóviles | 1610.5 | 7 | 230 | 49.55 |
| Camionetas | 225 | 7 | 32 | 6.92 |
| Combis | 90.5 | 7 | 13 | 2.78 |
| Micros | 10.5 | 7 | 2 | 0.32 |
| Total VL | 1936.5 | 7 | | |
| VEHÍCULOS | | | | |
| PESADOS | | | | |
| Camión Pequeño | 482.5 | 7 | 69 | 14.85 |
| Camión 2 ejes | 262.5 | 7 | 38 | 8.08 |
| Camión 3 ejes | 16 | 7 | 2 | 0.49 |
| Tráiler y Semi tráiler | 197.5 | 7 | 28 | 6.08 |
| Ómnibus | 6.5 | 7 | 1 | 0.20 |
| Otros | 348.5 | 7 | 50 | 10.72 |
| Total, VP | 1313.5 | | 464 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6 EMPRESAS DE TRANSPORTE

El transporte de pasajeros mediante servicio organizado hasta el día 09 de febrero del 2020, es prestado por diferentes empresas de transporte público entre las cuales podemos mencionar al alimentador del metro de Lima, así como la empresa de mototaxis "EL SOL DE VILLA" entre otras.

Con relación al servicio de transporte de carga, este está a cargo de medios de transporte particulares como camiones pequeños, camiones de 2 y 3 ejes así como vehículos de gran tamaño como lo son los tráileres y semi tráileres.

4.3.7 TRÁFICO MEDIO DIARIO

4.3.7.1 TRÁFICO MEDIO DIARIO SEMANAL (TMDS)

Se obtiene a través de la siguiente relación:

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

Dónde:

TMDS: Tráfico Medio Diario Semanal

TS : Tráfico durante una semana

En función a esta relación, en el siguiente cuadro se indica el TMDS correspondiente a los diferentes tramos del Proyecto

Tabla 9 tráfico medio diario semanal

| CÁLCULO DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL (TMDS) | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-------|------|
| TRAMO | TRAFICO DIARIO (TDi) | | | | | | | | TMDS |
| | VIE | SAB | DOM | LUN | MAR | MIE | JUE | TOTAL | |
| RUTA: Av. El sol con carretera Antigua Pan-americana Sur | 844 | 852 | 872 | 872 | 908 | 1041 | 414 | 5803 | 829 |

Fuente: Elaboración propia.

4.3.7.2 TRÁFICO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA)

Lo determinamos a partir de la siguiente fórmula:

$$TMDA = TMDS \pm K\sigma$$

$$TMDA = TMDS \pm K \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

Dónde:

TMDA: Tráfico Medio Diario Anual

TMDS: Tráfico Medio Diario Semanal

K: Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado:

1.64, para un nivel de confiabilidad del 90%.

1.96, para un nivel de confiabilidad del 95%.

σ : Estimación de la desviación estándar poblacional

S: Estimación de la desviación estándar muestral

N: Número de días al año

N = 365

n: Número de días en una semana

n = 7

En los cuadros que aparecen a continuación se evidencia el valor de la desviación estándar muestral (S) y de la desviación estándar poblacional (σ)

Tabla 10 Desviación estándar muestral

| CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR MUESTRAL (S) | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-------|------|-------------------|--------|
| TRAMO | TRÁFICO DIARIO (TDi) | | | | | | | | TMDS | DÍAS DE AFORO (n) | S |
| | VIE | SAB | DOM | LUN | MAR | MIE | JUE | TOTAL | | | |
| Intersección Av. El Sol con Carretera Antigua Panamericana Sur | 844 | 852 | 872 | 872 | 908 | 1041 | 414 | 5803 | 829 | 7 | 194.88 |
| | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11 Desviación estándar poblacional

| CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR POBLACIONAL (σ) | | | | | |
|--|------|--------|-----|---|----------|
| TRAMO | TMDS | S | N | n | σ |
| Intersección Av. El Sol con Carretera Antigua Panamericana Sur | 829 | 194.88 | 365 | 7 | 73.05 |

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando datos, los valores del TMDA son los que se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 12 Trafico medio diario anual

| CÁLCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA) | | | | | | |
|---|------|------|----------|--------------------|--------------|---------------------------|
| TRAMO | TMDS | K | σ | INTERVALO DEL TMDA | | TMDA ELEGIDO (veh/día) |
| | | | | VALOR MÍNIMO | VALOR MÁXIMO | |
| Intersección Av. El Sol con Carretera Antigua Panamericana Sur | 829 | 1.96 | 73.05 | 686 | 972 | 972 |
| | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Se ha elegido el valor máximo del intervalo de confianza, por cuanto, el período de aforo no corresponde a períodos de alta transpirabilidad, cuando el movimiento de vehículos de carga es considerablemente intenso, y tampoco están presentes los días festivos y ferias importantes. Finalmente, con los datos del TMDA de cada sector se determinó el TMDA ponderado, el cual representa el TMDA actual del Proyecto:

TMDA ponderado = 972 veh/día

4.3.8 PROYECCIONES DEL TRÁFICO

Las proyecciones del tráfico se han realizado sobre la base de la composición vehicular considerando la Intersección ya realizada, es decir, basado en los volúmenes normales actuales y los incrementos del tránsito que se espera utilicen en la nueva intersección.

4.3.8.1 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO

Se determina a partir de la siguiente relación:

$$TMDA_n = TMDA_i * (1+r)^n$$

Dónde:

TMDA_n: Tráfico Medio Diario Anual en el año n

TMDA_i: Tráfico Medio Diario Anual inicial

r: Razón de crecimiento anual

n: Número de años a partir del año inicial

Las proyecciones del tránsito de los vehículos se consideran para un horizonte de planeamiento de 3 años para los procesos de aprobación, licitación y ejecución de obra y 20 años para el período de vida útil de la obra; por lo tanto, el número de años para la proyección del tráfico, a partir del presente año, es de $n = 23$ años. Con relación a la razón de crecimiento, no se cuenta con registros del flujo de tráfico por años, ya que recién se está planteando esta intersección, ya que esta carretera integrara nuevas vías entre sí como lo son la Carretera antigua panamericana Sur, la Av. El sol y la Carretera Panamericana Sur, con poblaciones en proceso de crecimiento y desarrollo, estimamos que la tasa de crecimiento vehicular, una vez rehabilitada la carretera, sea del 7.9 % anual.

En el cuadro siguiente se indica la proyección del Tráfico Medio Diario Anual para los diferentes años de vida útil del Proyecto.

Tabla 13 Proyección del Trafico medio diario anual

| PROYECCIÓN DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDAn) | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-----------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| TRAMO | TMDAi | r | TMDAn | | | | | | | |
| | 2020 | % | Periodo inicial | | | PERIODO DE DISEÑO a 5 AÑOS | | | | |
| | | | 2020 n = 1 | 2021 n = 2 | 2022 n = 3 | 2023 n = 4 | 2024 n = 5 | 2025 n = 6 | 2026 n = 7 | 2027 n = 8 |
| Intersección Av. El Sol con Carretera Antigua Panamericana Sur | 972 | 7.90 | 1049 | 1132 | 1221 | 1318 | 1422 | 1534 | 1655 | 1786 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 Periodos de diseño

| PERIODO DE DISEÑO a 10 AÑOS | | | | | PERIODO DE DISEÑO a 15 AÑOS | | | | | PERIODO DE DISEÑO a 20 AÑOS | | | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 |
| n = 9 | n = 10 | n = 11 | n = 12 | n = 13 | n = 14 | n = 15 | n = 16 | n = 17 | n = 18 | n = 19 | n = 20 | n = 21 | n = 22 | n = 23 |
| 1927 | 2079 | 2243 | 2421 | 2612 | 2818 | 3041 | 3281 | 3540 | 3820 | 4122 | 4447 | 4799 | 5178 | 5587 |

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos de la proyección para el período $n = 3$, se aprecia que la carretera en Estudio presenta un TMDAn > 972 veh/día y según la proyección el TMDAn < 1221 veh/día, es decir, que se trata de un Camino de Bajo Volumen de Tránsito.

4.4. Intercambio Vial y su Modelación 3D

Realizando los estudios básicos de ingeniería se desarrolló el Intercambio Vial, que cuenta con dos ramales de enlace a desnivel, para estos ramales se diseñaron puentes y muros de tierra armada. Con lo que respecta al modelado 3D, se utilizó el software Infrawork con el cual se realizó una simulación de tránsito. Además, se cumplió con los parámetros establecidos por la Norma de diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.



Figura 10. Modelado 3D
Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

- Moyano, Beltrán y Torres (2016). realizó un análisis de tráfico vial, diseño geométrico del tramo y diseño de pavimentos del tramo 1 de la vía Parcus-pamba – Cauquil, Llegando a la conclusión que con el diseño geométrico planteado se lograra llegar a los niveles de seguridad, comodidad y de estética, requeridos para que la vía Parcus-pamba – Cauquil tenga los niveles de servicio adecuados para la intensidad de transito actual y futuro. Lo cual tiene relación con esta tesis donde al elaborar el estudio de tráfico, se concluye que los datos de la proyección para el período $n = 3$ (periodo en el cual se proyectó la culminación y puesta en servicio del intercambio vial), se aprecia que la carretera en estudio presenta un TMDAn > 972 veh/día y según la proyección el TMDAn < 1221 veh/día, es decir, que se trata de una carretera de segunda clase puesto sé que encuentra en el rango entre 2000 y 400 veh./día.
- Apaza, y Delgado, (2016). En su tesis, Diseño un intercambio vial donde propuso una solución a la congestión vehicular de dicha ciudad, Para lograr estos objetivos planteo el diseño de un intercambio vial a desnivel, así como el diseño Geométrico en planta y perfil de las dos vías involucradas, donde concluyendo que de todos los posibles diseños propuestos en la DG-2014 para este tipo de intersecciones a desnivel de 3 ramas el más óptimo resultado ser el de tipo trompeta con lo cual mejoro la conectividad, comodidad y seguridad de los conductores en la intersección de la carretera ; lo cual según los resultados obtenidos en la presente investigación, tiene relación con los propuesto por dicho autor ya que; al realizarse el estudio topográfico para el diseño geométrico se llegó a la conclusión que la zona donde se ubica el proyecto se sitúa en la intersección de la Carretera Antigua panamericana Sur KM 19 y la Av. El Sol de Villa el Salvador en la cual nos da a conocer que el levantamiento topográfico se llevó a cabo en un área de 8.711 hectáreas y la zona de estudio altimétricamente presenta un terreno plano a lo largo de la carretera Panamericana Sur, sin embargo, a lo largo de la Av. El Sol presenta un pronunciado desnivel cuya cota máxima es de 42.38 msnm y una cota mínima de 7.35 msnm.

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el alineamiento para el diseño geométrico preliminar de intercambio vial y modelación, se obtiene que El Intercambio Vial está formado por dos Ramales de enlace a desnivel, el ramal de enlace Sur a Norte que empieza en la av. El Sol y se conecta con la Panamericana Sur y el ramal de Enlace Norte a Sur que inicia en la Panamericana Sur y se conecta con la av. El Sol. lo cual guarda relación con lo mencionado por Fonseca y Gallo. (2016). En la cual se llegó a la conclusión que el diseño de intersección a desnivel se considera como la mejor opción ante el congestionamiento vehicular que presenta dicho sector puesto que se eliminó 2 intersecciones semaforizadas encontradas y 6 semáforos que ocasionaban el congestionamiento.

Tabla 15. Cuadro comparativo en el cálculo geométrico.

| Parámetros | Norma AASHTO | Norma peruana DG-2018 |
|---|---|--|
| Distancia de Velocidad de Parada | $ds = \frac{V^2}{254\left(\left(\frac{a}{9.81}\right) \pm G\right)}$ | $dp = 0.278Vtp + \frac{V^2}{254\left(\left(\frac{a}{9.81}\right) \pm i\right)}$ |
| Sobreeancho en curvas | $Wc = N(U+C) + (N-1)FA + Z$ <p>where: We = width of traveled way on curve, m N = number of lanes U = track width of design vehicle (out-to-out tires) on curves, m C = lateral clearance, m FA = width of front overhang of inner-lane vehicle Z = extra width allowance, m</p> | $Sa = n\left(R - \sqrt{R^2 - L^2}\right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$ <p>Dónde: Sa : Sobreeancho (m) N : Número de carriles R : Radio (m) L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m) V : Velocidad de diseño (km/h)</p> |
| Puntos críticos de Peralte | El peralte máximo llega hasta el PC y PT | El peralte máximo llega al punto crítico D y D' |
| Proporción de peralte a desarrollar en tangente | 66.67 % | 70% |

Fuente: Elaboración propia.

- Conforme a los resultados obtenidos en el estudio de tráfico, y para determinar la situación de la congestión vehicular se realizó el conteo de vehículos durante siete días, asimismo se realizó la medición de velocidad de los vehículos, colocando marcas en el pavimento con una determinada longitud y apoyados con un cronómetro se midió la velocidad de los vehículos; también se realizó la encuesta destino y origen el cual nos permitirá determinar hacia a qué lugar las personas se dirigen con más frecuencia. De esta manera se determinó realizar un intercambio vial a desnivel de dos ramales el cual mediante una simulación vehicular lograría un mejor flujo de vehículos tanto de Villa el Salvador hacia la carretera Panamericana Sur Km 19 o viceversa. Con lo que respecta a la investigación de (Medina & Olin, 2018). realizaron un diseño de un intercambio vial a desnivel debido a la congestión que se presentaba en la intersección de las avenidas Salaverry con la calle Quiroz y San Juan de Dios en el Cercado de Arequipa, ya que este presenta un nivel de servicio que pasa de E y F en ambos sentidos a un nivel de servicio B y C, con lo cual quedó sustentado que la intersección a desnivel aumento la capacidad de servicio en intersecciones con alto congestionamiento de tránsito.

VI. CONCLUSIONES

- Se analizó el estudio topográfico para el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D, lo cual se determinó que el levantamiento topográfico se llevó a cabo en un área de 8.711 hectáreas realizando principalmente el levantamiento de un tramo de la carretera Panamericana sur y la Av. El sol, de igual manera se levantó los límites de propiedad, pistas, veredas y terreno natural. También se realizó una poligonal cerrada de cuatro vértices con la finalidad de obtener un resultado preciso y una mejor posición al momento del levantamiento topográfico. Con la información obtenida se realizó el procesamiento de los puntos topográficos, suavizado de las curvas de nivel y teniendo como producto final el modelo digital del terreno con el software Civil 3D.
- Se Determinó el alineamiento para el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D, donde se tuvo como resultados que dentro de la composición del alineamiento Horizontal el intercambio vial está conformado por 2 ramales de enlace con direcciones de Sur a Norte y de Norte a Sur. Y La composición del alineamiento vertical para el diseño Geométrico para la zona de la Panamericana Sur en el cual este se representa y clasifica en una Autopista de Primera Clase con 2 calzadas de 3 carriles con un terreno plano tipo 1 y una velocidad Directriz de 80km/h con 14m. de calzada y una Carpeta Asfáltica de 0.10m mientras que para la zona de la Av. El Sol se representa y clasifica en una Vía local de 2 calzadas de 2 carriles con un Terreno Ondulado Tipo 2 y una velocidad Directriz de 60 km/h con 7m. de calzada y una Carpeta Asfáltica de 0.05m.
- Se elaboró el estudio de tráfico para el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D, en lo cual se determinó que nuestro Volumen Medio Diario Anual (VMDA O IMDA) fue de 972 veh/día, así como nuestro Aforo vehicular que alcanzo una cantidad de 5408 vehículos por semana.
- Se elaboró el Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D, donde se logró determinar que de Todas las alternativas de intercambio vial propuestas por el DG-2018 para intersecciones a Desnivel se

optó por el de Tipo trompeta en el cual tiene en su perfil longitudinal puentes y rampas, en el Ramal de enlace Sur a Norte cuenta con un puente de una longitud de 283.700 m. el cual inicia en la progresiva 0+533.900 y culmina en la progresiva 0+817.600, además tiene una pendiente longitudinal promedio de -6%, con una altura de 5.30 m. en el cruce con la carretera Panamericana Sur. En lo que respecta al Ramal de Enlace Norte a Sur, en su perfil longitudinal cuenta con un puente de 90 m. el cual inicia en la progresiva 0+286.200 y termina en la progresiva 0+376.200, además posee una pendiente promedio de 6%. Con un gálibo de 5.30 m. en el cruce con la carretera Panamericana Sur. Con la información obtenida se Procedió a hacer el diseño en el software civil 3d y la modelación del diseño geométrico de intercambio vial se realizó en el programa Infracore.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuras investigaciones relacionadas a la Infraestructura Vial:

- Para obtener una mayor densidad de puntos en un levantamiento topográfico se recomienda complementar otras metodologías topográficas como por ejemplo realizar un levantamiento con dron.
- Para una mayor productividad en el diseño de carreteras, se recomienda instalar aplicativos dentro del software Civil 3D con las Normas peruanas ya configuradas.
- Recomendamos también un estudio de tránsito peatonal para la construcción de puentes o pasos peatonal a desnivel ya que no fueron considerados en el presente proyecto.
- Se recomienda realizar diseños de Infraestructura Vial preliminares con el software Infracore, ya que nos permite una mayor productividad y generar animaciones del proyecto.
- Se recomienda diseñar más Intercambios Viales con estudios de ingeniería de calidad en la ciudad de Lima, de esta manera se podrá aliviar el congestionamiento vehicular.
- Recomendamos que se realicen más estudios como lo son los estudios de suelo, de geotecnia, de señalización, áreas especiales y plantaciones ya que en el presente al ser un diseño preliminar no fueron tomados en cuenta.
- Recomendamos que se haga la capacitación de las personas que se encuentran viviendo en los alrededores del presente proyecto de intercambio vial en cuanto a los cuidados y seguridad vial que deben tener en cuenta al vivir cerca de este, así como de su funcionalidad.

REFERENCIAS

- Abanto, L., & Pedraza, W. (2019). "DISEÑO DEL INTERCAMBIO VIAL A DESNIVEL ENTRE LA INTERSECCIÓN: VÍA EVITAMIENTO Y PROLONGACIÓN BOLOGNESI, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE". *Tesis de Licenciatura*. Universidad Señor de Sipán, Lambayeque.
- ALTHMAN, M., MORETTI, & PEREIRA, J. (2018). TECNOLOGIA EM LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS. *REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE AGRONOMIA DA FAEF*, 33(1), 15-21, doi: faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/JPtXzO5iNg3YrTF_2018-11-6-12-31-7.pdf.
- Behar Rivero, D. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Buenos Aires: Editorial Shalom.
- Beltran, J., & Torres, N. (2016). Moyano, Beltran y Torres (2016). "Estudio de Tráfico, Diseño Geométrico, Diseño de Pavimentos y Presupuesto de la Vía Paracuspamba – Cauquil, Cantón Girón – Provincia del Azuay (Tramo 1: Abs 0+000 Hasta 4+000)". *Tesis de Licenciatura*. UNIVERSIDAD DEL AZUAY, Cuenca.
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Casanova, L. (2002). Levantamiento Topográfico. En L. Casanova, *Topografía Plana* (págs. 201-209). Mérida: Taller de Publicaciones de Ingeniería.
- Castro, F. (2018). The geosimulation, a tool for the prevention of traffic accidents. *Ingeniería, Investigación y tecnología*, 19 (2), 135-145, doi: org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n2.012.
- Cevallos, A., Cevallos, J., Galarza, C., & molina, A. (2017). La Infraestructura Vial y el Desarrollo Socio Económico. *Augusto Guzzo Revista Académica*, 1(19), 21-37, doi:10.22287/ag.v1i19.430.
- Cossio, A. (2014). Cómo motivar a utilizar el transporte público en Lima Metropolitana. *Revista UAP*, 4(1), 1-9, <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/LOGOS/article/view/306/223>.
- De Las Casas, A. (2012). Algunas realizaciones de la ingeniería civil en China. *Revista de Obras Públicas*, nº 3.529. Año 159, 63-72.
- Fonseca, A., & Gallo, L. (2016). DISEÑO GEOMETRICO DE UNA INTERSECCION A DESNIVEL COMO SOLUCION A LA CONGESTION VIAL GENERADA EN LA AV. CARACAS SECTOR MOLINOS (Calle 51 Sur entre Carrera 7 y Carrera 9). *Tesis de Licenciatura*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Franco, L. (2014). Aplicación de Simulación en el Control de Tráfico, una Propuesta para Ciudad del Este. *Revista Científica Politécnica*, 4(2008), 75-82, <http://www.une.edu.py:83/fpunescientific/index.php/fpunescientific/article/view/35>.
- González, J. (2020). Modelado BIM para Proyecto AS-BUILT de. *Tesis de Licenciatura*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Hernandez, F., & Riaño, D. (2016). ESTUDIO DE TRÁNSITO Y MODELACIÓN PARA DAR SOLUCIONES VIALES A DESNIVEL DE LA INTERSECCIÓN DE LA CARRERA 8 ENTRE EL PAR VIAL DE LA CALLE

25 Y CALLE 26 DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI. *Tesis de Licenciatura*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, SANTIAGO DE CALI.

- Hernández, G., Vidaña, J., & Rodriguez, A. (2017). Problemática en Intersecciones viales de Áreas Urbanas, Causas y Soluciones. *Cultura Científica y Tecnológica*, 56(12), 25-32, <http://148.210.132.19/ojs/index.php/culcyt/article/view/688>.
- Jiménez, F., & Dominé, C. (2016). Simulación de tráfico en circuitos urbanos para analizar el efecto de diferentes estilos de conducción. *Congresos de la Universidad Politécnica de Valencia*, 1-12, doi.org/10.4995/CIT2016.2016.3482.
- Lopes, T. (2019). City Information Modeling (CIM) y su potencial para gestionar el mantenimiento urbano en Curitiba. *Universidad Tecnológica Federal de Paraná*, 25, 1-18, doi.org/10.37916/arq.urb.vi25.18.
- Mamani, E., & Chura, O. (2016). "DISEÑO DE INTERCAMBIO VIAL A DESNIVEL EN LAS INTERSECCIONES DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR Y LA AVENIDA EL ESTUDIANTE DE LA CIUDAD DE PUNO". *Tesis de Licenciatura*. Universidad del Altiplano, Puno.
- MANHÃES, G. (2018). ESTUDO DE VIABILIDADE DE ADEQUAÇÃO GEOMÉTRICA DA INTERSEÇÃO. (*tese de bacharel*). UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ, Paraná.
- Martinez, J., & Cheu, R. (2013). Double Crossover Versus Conventional Diamond Interchanges Both with Frontage Roads. *Institute of Transportation Engineers (ITE)*, 4 (1), 1-17, doi: ite.org/jot/JOT1112.pdf.
- Medina, J., & Olin, J. (2018). Diseño Geométrico y Estructural del Intercambio Vial en la Intersección de la Av. Salaverry con la Calle Quiroz Y San Juan De Dios Cercado de Arequipa. (*Tesis de pregrado*). Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- MIRANDA, R., & SALVI, L. (2019). Análise da tecnologia BIM no contexto da indústria da construção. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 7 (5), 79-98, doi: nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/tecnologia-bim.
- MTC. (2017). *Manual de Carreteras DG-2017*. Lima: MACRO.
- Navarro, I., Fernández, C., & Fernando, C. (2016). Complejos e innovadores procesos de construcción en grandes obras de ingeniería. *Revista Obras públicas*, 163(3572), 84-97, http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=19726&anio=2016&numero_revista=3572.
- Oliveira, G., Madera, I., & Lima, L. (2015). PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÃO EM RÓTULA. (*tese de bacharel*). Facultad Capixaba da Serra, SaoPaulo.
- Ortegón, L., & Torres, A. (2016). Ramp geometry study for possible vehicular intersections on Avenida Caracas (from calle 76 to calle 28). *Revista de la Escuela colombiana de Ingeniería*, 26, 39-46.
- Patran Rojas, A., & Girón Rodriguez, J. (2015). Diseño Geométrico Vial con pasos a Desnivel de la Intersección autopista Sur Carrera 63 Bogotá - Colombia. *Boletín Semillas ambientales*, 9(2), 11-14, <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/9734>.

- Peñañiel, J. (2017). BIM para infraestructuras. *Rutas, Número 171*, 26-31, http://atc-piarc.com/rutas_descargar.php?numID=171.
- Qi Zhou, Z. (2014). Experimental Analysis of Various Types of Road Intersections for Interchange Detection. *Transactions in Gis, 19 (1)*, 19-41, doi.org/10.1111/tgis.12077.
- Ríos, E. (2018). MODELACIÓN DEL TRÁNSITO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN VIAL A LA AV. CÁCERES CON INFRAWORKS Y SYNCHRO 8. *Tesis de Licenciatura*. Universidad de Piura, Piura.
- Riquetti Morales, J. P., & Pinos Mata, V. F. (2016). Diseño de Intersecciones en Vías Urbanas. (*Tesis de pregrado*). Universidad Del Azuay, Cuenca.
- Ruiz, M. (2017). Modelación de una red de transporte universitaria mediante el software VISUM 15. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Católica del Perú, Lima.
- Sanchez, A., & Cendón, J. (2000). *I CONGRESO NACIONAL SOBRE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRAFICO Y TRANSPORTE. VALENCIA 16-18 DE NOVIEMBRE DE 1999*. Valencia: Madrid Asociación Técnica de Carreteras [2000].
- Sotil, A., & Chalco, K. (2014). IMPACTO VIAL DEL TÚNEL SANTA ROSA EN LA AVENIDA PRÓCERES DE LA INDEPENDENCIA, SJL, LIMA. *Revista Infraestructura Vial, 16(27)*, 25-35.
- Uribe, S. (2009). Propuesta metodológica para el diseño de intersecciones urbanas. *INVENTUM, 4(7)*, 46-54, <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.4.7.2009.46-54>.
- Wang, J., Lawson, G., & Shen, Y. (2014). Automatic high-fidelity 3D road network modeling based on 2D GIS data. *Advances in Engineering Software, 76 (1)*, 86-98, doi.org/10.1016/j.advengsoft.2014.06.005.

ANEXO

| Diseño Geométrico preliminar de Intercambio Vial y Modelación 3D en el Kilómetro 19, Carretera Panamericana Sur-Lima 2020 | VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO |
|---|---|---|---|-------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| | Variable Independiente: Cálculo Geométrico de Intercambio Vial. | El Diseño Geométrico es el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno. (Edgar Jiménez., 2017) | Se realizará el diseño geométrico de la intersección vial apoyándonos en el MANUAL DE CARRETERAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018 RDN N° 03-2018 MTC/14 | Estudio Topográfico | Puntos de control | m, coordenadas UTM niveles |
| | | | | | Levantamiento topográfico | |
| | | | | Alineamientos de vía | Alineamiento horizontal | Norma de Diseño Geométrico DG-2018 |
| | | | | | Alineamiento Vertical | |
| | Modelación 3D | Es el proceso de desarrollo de una representación matemática de cualquier objeto tridimensional a través de un software especializado. El modelo digital 3D permite una mejor visualización, mejor comprensión y comunicación, integración y detección de interferencias de todas las especialidades de la ingeniería. (González, 2020) | Para la modelación 3D y simulación de los vehículos se recolectarán los datos a través del Índice Medio Diario Anual (IMDA), el cual se encuentra en el MANUAL DE CARRETERAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018 RDN N° 03-2018 MTC/14 | Estudio de tránsito vehicular | Aforo vehicular | vehículos/ancho de vía |
| | Mediciones de velocidad | Km/h | | | | |
| | Estudios de origen y destino | Libretas, apuntes | | | | |
| Variable dependiente: El intercambio vial y su modelamiento | Es el proceso de la adaptación de un cruce de dos o más ejes de transporte a diferentes alturas para no interrumpir el flujo de tráfico entre otras rutas de tránsito cuando se cruzan entre sí. (Cárdenas Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, 2013) | Para el intercambio Vial a desnivel se procederá con el diseño geométrico y los cálculos respectivos de acuerdo a las directrices establecidas por el MANUAL DE CARRETERAS DE DISEÑO GEOMETRICO DG 2018 | Intercambio vial a desnivel | Pasos elevados | niveles | |
| | | | | Muro de tierra armada | Metros niveles | |

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 2: Otros anexos

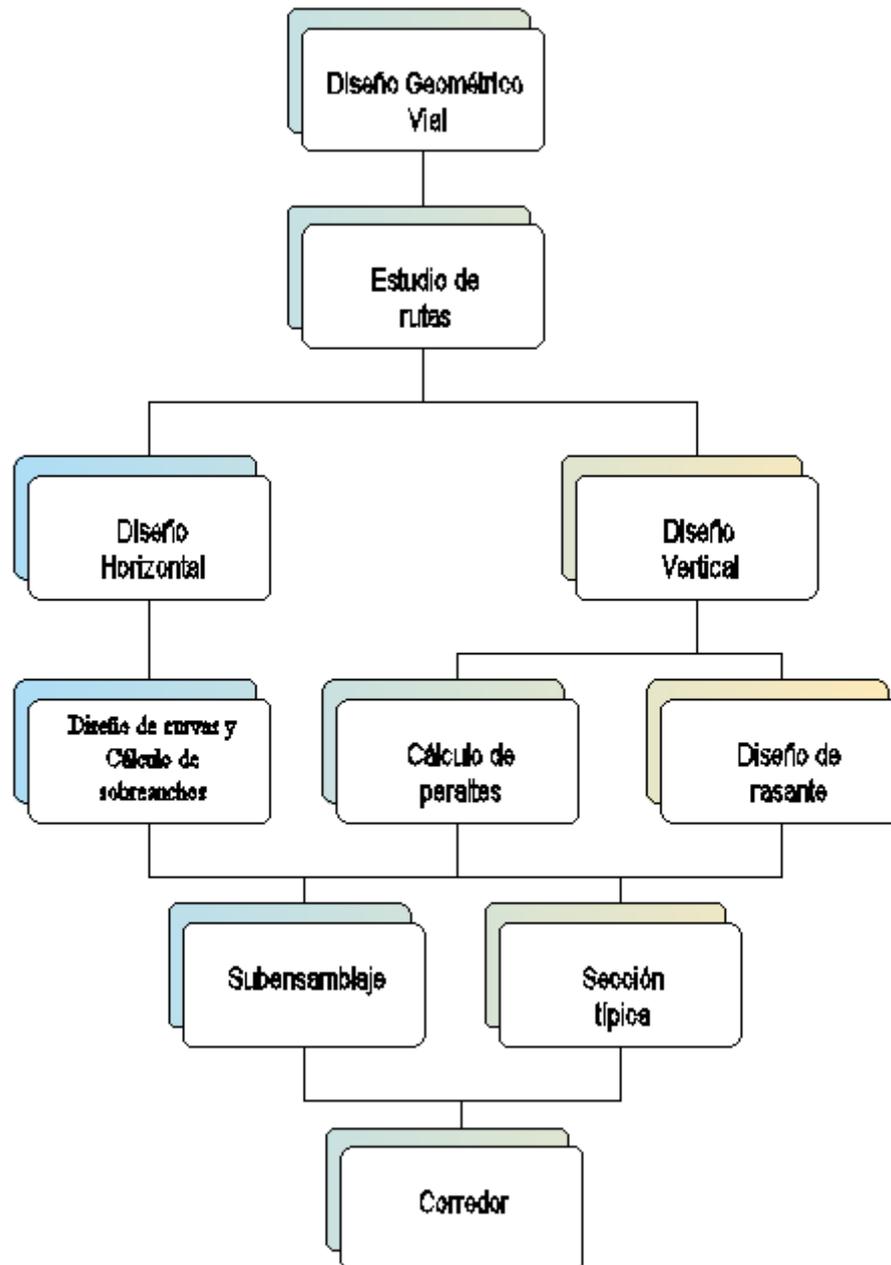


Diagrama de flujo de Diseño Geométrico Vial

| EST. | P.V. | ÁNGULO INTERNO OBSERVADO | CORRECCIÓN | ÁNGULOS CORREGIDOS | AZIMUT | N S | RUMBO | E W | E - sen - W N - cos - S | DISTANCIA (m) | PROYECCIONES | | | | COORD. PARCIALES | | COORD. TOTALES | |
|------|------|--------------------------|------------|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|---------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------|------------------|------------|----------------|---|
| | | | | | | | | | | | E | W | N | S | ΔE | ΔN | E | N |
| A | B | 59° 2' 46" | -1" | 59° 02' 45" | 3° 53' 06" | N | 3° 53' 06" | E | 0.067754095 0.997702051 | 76.039 | -0.0005 5.152 | 0.0049 75.864 | | 5.151 | 75.869 | 285192.558 | 8648008.684 | |
| B | C | 125° 7' 16" | -1" | 125° 07' 15" | 309° 00' 21" | N | 50° 59' 39" | W | 0.777082649 0.629398568 | 196.971 | 0.0152 153.063 | 0.0081 123.973 | | -153.078 | 123.981 | 285197.709 | 8648084.553 | |
| C | D | 56° 0' 45" | -1" | 56° 00' 44" | 185° 01' 04" | S | 5° 01' 04" | W | 0.087467253 0.996167395 | 91.661 | 0.0008 8.017 | | -0.0099 91.310 | -8.018 | -91.304 | 285044.631 | 8648208.535 | |
| D | A | 119° 49' 18" | -1" | 119° 49' 17" | 124° 50' 21" | S | 55° 09' 38" | E | 0.820758192 0.571275756 | 190.020 | -0.0199 155.960 | | -0.0071 108.554 | 155.945 | -108.547 | 285036.613 | 8648117.231 | |
| | | 0° 0' 0" | 0 | | | | | | | 0.000 | | | | | | | | |
| | | 0° 0' 0" | 0 | | | | | | | 0.000 | | | | | | | | |
| | | 0° 0' 0" | 0 | | | | | | | 0.000 | | | | | | | | |
| | | 0° 0' 0" | 0 | | | | | | | 0.000 | | | | | | | | |
| Σ | | 360° 00' 05" | -5" | 360° 00' 00" | | | | | | 554.69 | 161.112 | 161.080 | 199.838 | 199.864 | 0.000 | 0.000 | | |
| | | | | | | | | | | | 0.032 | -0.026 | | | | | | |

$E_c = \frac{-5''}{4} = -1.2''$ E_c Angular máx: ± 40" Error cierre lineal: 0.041
 Error Relativo: 1 / 13,453

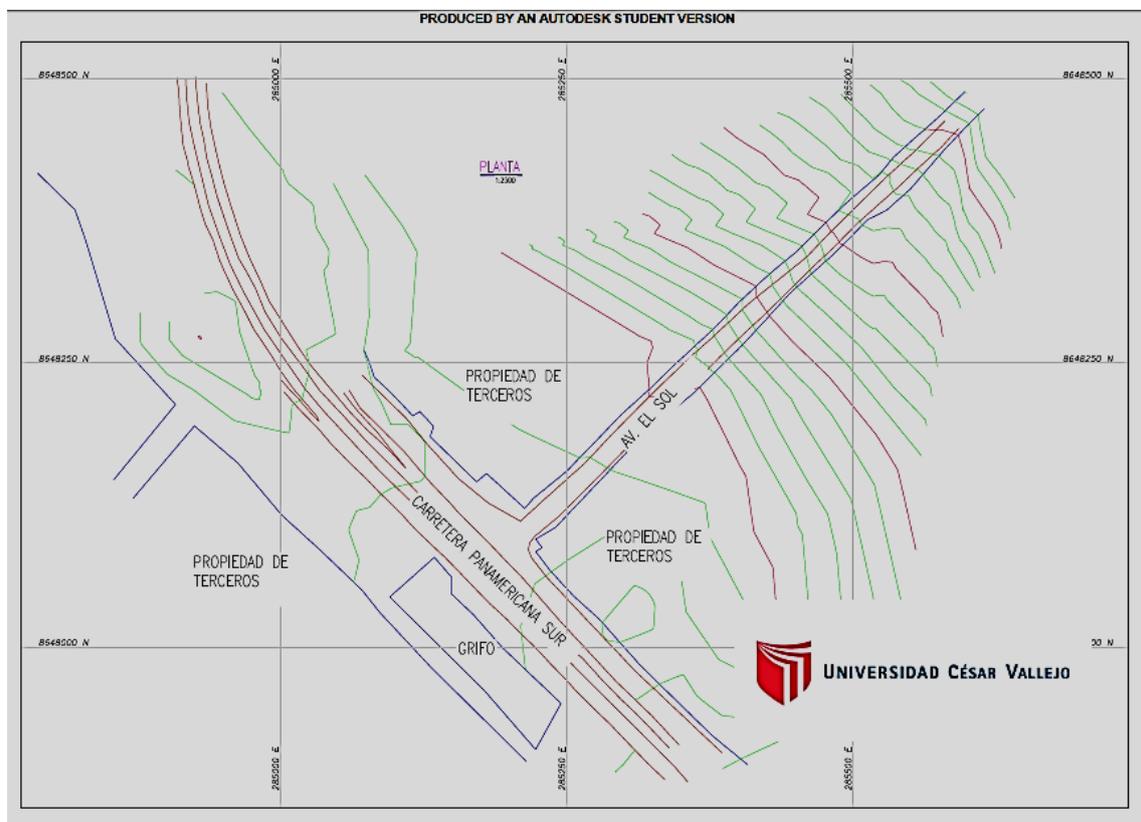
POLIGONAL

ÁREA: 1.368 Ha.

| | E | N |
|---|-------------|---------------|
| A | 285,192,558 | 8,648,008,684 |
| B | 285,197,709 | 8,648,084,553 |
| C | 285,044,631 | 8,648,208,535 |
| D | 285,036,613 | 8,648,117,231 |
| A | 285,192,558 | 8,648,008,684 |

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Cálculo de Poligonal cerrada.



| | | | | |
|----|------------|------------|--------|-------|
| 1 | 285577.667 | 8648460.56 | 40.45 | pista |
| 2 | 285562.926 | 8648445.6 | 39 | pista |
| 3 | 285547.652 | 8648430.74 | 37.081 | pista |
| 4 | 285530.138 | 8648414.63 | 33.834 | pista |
| 5 | 285505.816 | 8648390.78 | 32.607 | pista |
| 6 | 285487.612 | 8648372.58 | 31.284 | pista |
| 7 | 285479.503 | 8648364.48 | 29.68 | pista |
| 8 | 285468.407 | 8648352.71 | 27.44 | pista |
| 9 | 285457.604 | 8648341.84 | 25.649 | pista |
| 10 | 285447.475 | 8648333.61 | 24.372 | pista |
| 11 | 285434.452 | 8648323.03 | 22.732 | pista |
| 12 | 285427.55 | 8648317.47 | 21.726 | pista |
| 13 | 285409.734 | 8648303.11 | 19.022 | pista |
| 14 | 285396.515 | 8648290.71 | 16.868 | pista |
| 15 | 285386.836 | 8648281.64 | 15.286 | pista |
| 16 | 285376.429 | 8648271.88 | 13.584 | pista |
| 17 | 285367.477 | 8648263.88 | 12.134 | pista |
| 18 | 285357.667 | 8648255.13 | 11.673 | pista |
| 19 | 285343.918 | 8648241.79 | 11.215 | pista |
| 20 | 285334.373 | 8648232.53 | 10.795 | pista |
| 21 | 285322.146 | 8648220.31 | 9.98 | pista |
| 22 | 285313.176 | 8648211.34 | 9.382 | pista |
| 23 | 285299.841 | 8648197.8 | 8.747 | pista |
| 24 | 285289.825 | 8648187.63 | 8.413 | pista |
| 25 | 285277.435 | 8648174.25 | 8 | pista |
| 26 | 285270.596 | 8648166.86 | 8 | pista |
| 27 | 285258.055 | 8648154.78 | 7.22 | pista |
| 28 | 285247.415 | 8648145.23 | 6.604 | pista |
| 29 | 285228.374 | 8648128.13 | 5.616 | pista |
| 30 | 285209.81 | 8648110.86 | 6.06 | pista |
| 31 | 285222.282 | 8648097.57 | 6.4 | pista |
| 32 | 285244.537 | 8648116.24 | 6.539 | pista |
| 33 | 285264.006 | 8648136.07 | 6.547 | pista |
| 34 | 285277.613 | 8648149.92 | 7.447 | pista |
| 35 | 285294.374 | 8648167.03 | 8.559 | pista |
| 36 | 285307.624 | 8648180.15 | 9 | pista |
| 37 | 285325.687 | 8648197.99 | 8.398 | pista |
| 38 | 285343.811 | 8648216.95 | 9.632 | pista |
| 39 | 285365.113 | 8648236.31 | 10.56 | pista |
| 40 | 285384.189 | 8648255.78 | 13.385 | pista |
| 41 | 285397.671 | 8648268.99 | 15.586 | pista |
| 42 | 285416.131 | 8648286.49 | 18.56 | pista |
| 43 | 285427.695 | 8648297.57 | 20.432 | pista |
| 44 | 285441.546 | 8648311.2 | 22.696 | pista |
| 45 | 285452.286 | 8648321.86 | 24.458 | pista |
| 46 | 285466.056 | 8648335.62 | 26.557 | pista |
| 47 | 285481.555 | 8648350.32 | 29.096 | pista |
| 48 | 285495.841 | 8648364.84 | 31.047 | pista |
| 49 | 285512.614 | 8648380.89 | 32.642 | pista |
| 50 | 285538.906 | 8648404.33 | 34.326 | pista |

| | | | | |
|-----|------------|------------|--------|-------|
| 51 | 285554.289 | 8648419.08 | 35.711 | pista |
| 52 | 285577.18 | 8648440.19 | 38.599 | pista |
| 53 | 285592.33 | 8648456.53 | 41.092 | pista |
| 54 | 285348.273 | 8647913.85 | 9 | pista |
| 55 | 285325.895 | 8647938.16 | 8.092 | pista |
| 56 | 285311.697 | 8647952.01 | 8.08 | pista |
| 57 | 285294.98 | 8647968.2 | 7.469 | pista |
| 58 | 285278.812 | 8647985.52 | 6.902 | pista |
| 59 | 285265.635 | 8647999.85 | 6.865 | pista |
| 60 | 285243.707 | 8648023.72 | 7 | pista |
| 61 | 285226.576 | 8648043.59 | 6.286 | pista |
| 62 | 285198.903 | 8648074.13 | 7.622 | pista |
| 63 | 285183.314 | 8648090.39 | 7.467 | pista |
| 64 | 285155.621 | 8648118.45 | 7.548 | pista |
| 65 | 285132.634 | 8648143.27 | 6.203 | pista |
| 66 | 285113.64 | 8648165.71 | 5.58 | pista |
| 67 | 285099.667 | 8648180.7 | 5.491 | pista |
| 68 | 285090.058 | 8648190.31 | 5.806 | pista |
| 69 | 285079.574 | 8648200.78 | 5.611 | pista |
| 70 | 285069.642 | 8648210.71 | 5.61 | pista |
| 71 | 285060.175 | 8648226.09 | 5.954 | pista |
| 72 | 285055.604 | 8648223.63 | 5.796 | pista |
| 73 | 285064.424 | 8648211.66 | 5.47 | pista |
| 74 | 285072.614 | 8648202.22 | 5.429 | pista |
| 75 | 285083.954 | 8648190.25 | 5.604 | pista |
| 76 | 285091.114 | 8648180.99 | 5.503 | pista |
| 77 | 285109.784 | 8648157.51 | 5.716 | pista |
| 78 | 285096.058 | 8648172.33 | 5.219 | pista |
| 79 | 285083.894 | 8648183.95 | 5.6 | pista |
| 80 | 285075.764 | 8648191.51 | 5.333 | pista |
| 81 | 285060.644 | 8648207.26 | 5.201 | pista |
| 82 | 285044.445 | 8648226.67 | 6 | pista |
| 83 | 285031.285 | 8648242.45 | 6.126 | pista |
| 84 | 285017.487 | 8648261.63 | 5.856 | pista |
| 85 | 285004.562 | 8648281.95 | 4.384 | pista |
| 86 | 284994.558 | 8648297.84 | 4.981 | pista |
| 87 | 284984.39 | 8648318.44 | 5.317 | pista |
| 88 | 284973.898 | 8648341.12 | 5.259 | pista |
| 89 | 284965.241 | 8648362.42 | 5.562 | pista |
| 90 | 284958.162 | 8648384.63 | 5.51 | pista |
| 91 | 284953.958 | 8648398.23 | 5.646 | pista |
| 92 | 284946.74 | 8648424.59 | 5.537 | pista |
| 93 | 284941.682 | 8648447.14 | 5.04 | pista |
| 94 | 284938.426 | 8648464.6 | 5.144 | pista |
| 95 | 284936.506 | 8648477.31 | 5.18 | pista |
| 96 | 284935.719 | 8648496.2 | 5.775 | pista |
| 97 | 284926.271 | 8648496.2 | 5.462 | pista |
| 98 | 284927.847 | 8648480.13 | 5.274 | pista |
| 99 | 284929.703 | 8648464.72 | 5.228 | pista |
| 100 | 284933.357 | 8648446.62 | 5.316 | pista |

| | | | | | | | | | |
|-----|------------|------------|-------|-------|-----|------------|------------|-------|--------|
| 101 | 284937.616 | 8648424.45 | 5.54 | pista | 152 | 284925.265 | 8648439.58 | 5.585 | pista |
| 102 | 284944.788 | 8648396.85 | 5.949 | pista | 153 | 284922.78 | 8648451.25 | 5.664 | pista |
| 103 | 284950.542 | 8648379.66 | 5.763 | pista | 154 | 284918.888 | 8648478.2 | 5.214 | pista |
| 104 | 284957.384 | 8648359.47 | 6.084 | pista | 155 | 284917.477 | 8648500.39 | 5.172 | pista |
| 105 | 284965.03 | 8648340.01 | 5.881 | pista | 156 | 284910.005 | 8648500 | 5 | pista |
| 106 | 284978.69 | 8648315.31 | 5.796 | pista | 157 | 284912.198 | 8648473.21 | 5 | pista |
| 107 | 284988.892 | 8648291.68 | 5.548 | pista | 158 | 284913.865 | 8648455.35 | 5.529 | pista |
| 108 | 285000.779 | 8648272.16 | 5.402 | pista | 159 | 284918.867 | 8648429.16 | 5.799 | pista |
| 109 | 285012.025 | 8648257.17 | 6 | pista | 160 | 284924.764 | 8648407.36 | 6 | pista |
| 110 | 285026.981 | 8648236.53 | 6.269 | pista | 161 | 284930.091 | 8648386.82 | 6 | pista |
| 111 | 285042.238 | 8648217.57 | 5.408 | pista | 162 | 284941.506 | 8648357.91 | 6.638 | pista |
| 112 | 285052.281 | 8648206.86 | 4.914 | pista | 163 | 284951.399 | 8648330.53 | 7.093 | pista |
| 113 | 285065.683 | 8648191.95 | 5 | pista | 164 | 284962.961 | 8648306.91 | 7.85 | pista |
| 114 | 285090.903 | 8648165.54 | 5 | pista | 165 | 284977.115 | 8648279.43 | 7.261 | pista |
| 115 | 285105.542 | 8648150.95 | 5.787 | pista | 166 | 284992.077 | 8648257.03 | 7.257 | pista |
| 116 | 285126.604 | 8648129.35 | 6.372 | pista | 167 | 285000.144 | 8648243.36 | 6.758 | pista |
| 117 | 285153.915 | 8648101.36 | 8.103 | pista | 168 | 285012.49 | 8648226.27 | 6.74 | pista |
| 118 | 285180.131 | 8648073.99 | 8 | pista | 169 | 285033.62 | 8648198.98 | 4.262 | pista |
| 119 | 285199.443 | 8648053.34 | 6.323 | pista | 170 | 285016.288 | 8648218.44 | 6.105 | pista |
| 120 | 285223.231 | 8648030.18 | 6.608 | pista | 171 | 284999.669 | 8648236.48 | 7.016 | pista |
| 121 | 285243.94 | 8648008.44 | 7.148 | pista | 172 | 285003.364 | 8648224.73 | 6.893 | pista |
| 122 | 285263.921 | 8647990.14 | 7.24 | pista | 173 | 285015.194 | 8648210.86 | 5.65 | pista |
| 123 | 285280.823 | 8647971.37 | 7.363 | pista | 174 | 285034.08 | 8648191.34 | 4.091 | pista |
| 124 | 285304.666 | 8647947.23 | 7.692 | pista | 175 | 285057.592 | 8648165.3 | 4.726 | pista |
| 125 | 285324.52 | 8647927.11 | 7.996 | pista | 176 | 285077.231 | 8648146.11 | 5.629 | pista |
| 126 | 285339.667 | 8647911.3 | 8.985 | pista | 177 | 285107.423 | 8648115.33 | 6.638 | pista |
| 127 | 285339.905 | 8647899.24 | 9 | pista | 178 | 285134.93 | 8648087.48 | 8.55 | pista |
| 128 | 285328.942 | 8647910.34 | 7.92 | pista | 179 | 285157.304 | 8648065.15 | 7.435 | pista |
| 129 | 285309.448 | 8647930.07 | 7.287 | pista | 180 | 285198.69 | 8648023.69 | 6 | pista |
| 130 | 285283.327 | 8647956.18 | 7.858 | pista | 181 | 285248.283 | 8647972.67 | 7.687 | pista |
| 131 | 285257.249 | 8647982.35 | 7.714 | pista | 182 | 285277.615 | 8647942.22 | 7.429 | pista |
| 132 | 285235.521 | 8648005.21 | 7.251 | pista | 183 | 285334.219 | 8647884.85 | 8.425 | pista |
| 133 | 285218.078 | 8648022.64 | 6.68 | pista | 184 | 285408.176 | 8647896.47 | 7.825 | Limite |
| 134 | 285197.564 | 8648043.38 | 6 | pista | 185 | 285386.373 | 8647914.5 | 8.459 | Limite |
| 135 | 285168.166 | 8648073.9 | 8 | pista | 186 | 285358.32 | 8647940.65 | 8.381 | Limite |
| 136 | 285147.646 | 8648094.89 | 8.312 | pista | 187 | 285339.467 | 8647959.29 | 8.54 | Limite |
| 137 | 285132.401 | 8648110.13 | 7.813 | pista | 188 | 285309.01 | 8647990.15 | 6.517 | Limite |
| 138 | 285107.278 | 8648134.93 | 6 | pista | 189 | 285288.584 | 8648013.31 | 5.67 | Limite |
| 139 | 285086.405 | 8648155.57 | 5.323 | pista | 190 | 285257.499 | 8648043.82 | 7 | Limite |
| 140 | 285064.581 | 8648178.82 | 4.96 | pista | 191 | 285230.515 | 8648074.36 | 7 | Limite |
| 141 | 285048.832 | 8648195.97 | 4.444 | pista | 192 | 285223.173 | 8648084.14 | 6.863 | Limite |
| 142 | 285028.304 | 8648219.5 | 5.77 | pista | 193 | 285228.642 | 8648087.56 | 6.935 | Limite |
| 143 | 285015.142 | 8648236.88 | 6.661 | pista | 194 | 285223.173 | 8648095.08 | 6.51 | Limite |
| 144 | 285004.148 | 8648252.87 | 6.18 | pista | 195 | 285232.956 | 8648100.94 | 6.647 | Limite |
| 145 | 284990.357 | 8648273.24 | 6.36 | pista | 196 | 285242.65 | 8648107.85 | 6.746 | Limite |
| 146 | 284981.672 | 8648287.69 | 6.267 | pista | 197 | 285250.281 | 8648115.94 | 6.74 | Limite |
| 147 | 284969.439 | 8648310.1 | 6.888 | pista | 198 | 285262.434 | 8648128.81 | 6.729 | Limite |
| 148 | 284958.213 | 8648332.98 | 6.562 | pista | 199 | 285278.216 | 8648145.53 | 7.323 | Limite |
| 149 | 284949.497 | 8648354.95 | 6.608 | pista | 200 | 285289.804 | 8648157.91 | 8.11 | Limite |
| 150 | 284937.358 | 8648389.18 | 6 | pista | | | | | |

| | | | | |
|-----|------------|------------|--------|--------|
| 201 | 285302.457 | 8648171.43 | 8.827 | Limite |
| 202 | 285348.649 | 8648213.39 | 9.121 | Limite |
| 203 | 285367.723 | 8648230.12 | 10.071 | Limite |
| 204 | 285388.835 | 8648251.22 | 13.544 | Limite |
| 205 | 285403.311 | 8648265.74 | 15.929 | Limite |
| 206 | 285418.954 | 8648282.83 | 18.598 | Limite |
| 207 | 285441.739 | 8648307.73 | 22.487 | Limite |
| 208 | 285457.741 | 8648323.05 | 25.038 | Limite |
| 209 | 285481.264 | 8648344.18 | 28.788 | Limite |
| 210 | 285504.116 | 8648367.33 | 31.556 | Limite |
| 211 | 285517.799 | 8648378.82 | 32.838 | Limite |
| 212 | 285532.826 | 8648387.71 | 33.247 | Limite |
| 213 | 285550.243 | 8648403.34 | 34.414 | Limite |
| 214 | 285566.263 | 8648422.02 | 36.691 | Limite |
| 215 | 285577.849 | 8648435.53 | 38.338 | Limite |
| 216 | 285580.9 | 8648439.09 | 38.568 | Limite |
| 217 | 285591.813 | 8648450.59 | 39.933 | Limite |
| 218 | 285601.643 | 8648460.95 | 41.942 | Limite |
| 219 | 285614.539 | 8648473.99 | 45.359 | Limite |
| 220 | 285597.882 | 8648489.05 | 46.053 | Limite |
| 221 | 285579.192 | 8648470.89 | 41.616 | Limite |
| 222 | 285567.346 | 8648459.84 | 40.387 | Limite |
| 223 | 285552.605 | 8648446.95 | 39.139 | Limite |
| 224 | 285535.495 | 8648431.43 | 36.377 | Limite |
| 225 | 285523.123 | 8648415.9 | 33.543 | Limite |
| 226 | 285507.066 | 8648402.22 | 32.651 | Limite |
| 227 | 285497.653 | 8648394.02 | 32.337 | Limite |
| 228 | 285487.525 | 8648384.54 | 32 | Limite |
| 229 | 285472.586 | 8648369.9 | 29.239 | Limite |
| 230 | 285457.509 | 8648354.84 | 26.287 | Limite |
| 231 | 285433.323 | 8648333.78 | 22.977 | Limite |
| 232 | 285418.561 | 8648320.71 | 20.517 | Limite |
| 233 | 285401.14 | 8648304.18 | 17.616 | Limite |
| 234 | 285385.935 | 8648288.09 | 15.383 | Limite |
| 235 | 285367.431 | 8648270.13 | 12.337 | Limite |
| 236 | 285356.234 | 8648259.69 | 11.627 | Limite |
| 237 | 285347.415 | 8648251.41 | 11.333 | Limite |
| 238 | 285337.406 | 8648241.84 | 11 | Limite |
| 239 | 285322.36 | 8648227.13 | 9.998 | Limite |
| 240 | 285297.794 | 8648204.69 | 8.681 | Limite |
| 241 | 285277.37 | 8648183.22 | 8 | Limite |
| 242 | 285261.568 | 8648166.79 | 8 | Limite |
| 243 | 285236.205 | 8648143.44 | 6.121 | Limite |
| 244 | 285213.509 | 8648122.14 | 5.568 | Limite |
| 245 | 285197.327 | 8648137.09 | 6.464 | Limite |
| 246 | 285180.05 | 8648153.05 | 7.572 | Limite |
| 247 | 285171.578 | 8648145.43 | 7.326 | Limite |
| 248 | 285153.65 | 8648163.01 | 6.903 | Limite |
| 249 | 285130.871 | 8648185.36 | 6.155 | Limite |
| 250 | 285133.838 | 8648194.26 | 6.255 | Limite |

| | | | | |
|-----|------------|------------|-------|--------|
| 251 | 285121.796 | 8648207.38 | 6.354 | Limite |
| 252 | 285115.854 | 8648203.56 | 6.231 | Limite |
| 253 | 285103.032 | 8648217.19 | 6.678 | Limite |
| 254 | 285093.496 | 8648227.03 | 6.928 | Limite |
| 255 | 285082.063 | 8648237.76 | 6.905 | Limite |
| 256 | 285073.14 | 8648261.54 | 7.391 | Limite |
| 257 | 285170.54 | 8647941.53 | 6.408 | tn |
| 258 | 285197.95 | 8647980.17 | 7.324 | tn |
| 259 | 285148.733 | 8648034.08 | 6 | tn |
| 260 | 285115.606 | 8647983.71 | 5.601 | tn |
| 261 | 285067.392 | 8648029.66 | 6.602 | tn |
| 262 | 285102.151 | 8648077.85 | 8.035 | tn |
| 263 | 285059.542 | 8648128.29 | 5.591 | tn |
| 264 | 285020.296 | 8648074.49 | 3.054 | tn |
| 265 | 284978.809 | 8648119.32 | 4.109 | tn |
| 266 | 285020.296 | 8648174.24 | 5.011 | tn |
| 267 | 284977.689 | 8648222.43 | 8.318 | tn |
| 268 | 284935.08 | 8648167.52 | 2.753 | tn |
| 269 | 284891.35 | 8648229.16 | 4.586 | tn |
| 270 | 284929.473 | 8648272.87 | 10.06 | tn |
| 271 | 284894.713 | 8648316.58 | 7.375 | tn |
| 272 | 284855.468 | 8648265.02 | 4.193 | tn |
| 273 | 284973.527 | 8648391.93 | 5 | tn |
| 274 | 284995.454 | 8648387.7 | 4.276 | tn |
| 275 | 285033.987 | 8648392.51 | 6.398 | tn |
| 276 | 285028.837 | 8648349.5 | 5.639 | tn |
| 277 | 285025.723 | 8648289.04 | 4.735 | tn |
| 278 | 285003.351 | 8648309.21 | 4.1 | tn |
| 279 | 284990.933 | 8648335.77 | 4.876 | tn |
| 280 | 284973.659 | 8648373.81 | 5 | tn |
| 281 | 285006.421 | 8648370.16 | 4.166 | tn |
| 282 | 285011.248 | 8648339.91 | 4.47 | tn |
| 283 | 285036.598 | 8648117.24 | 4.882 | P1 |
| 284 | 285044.616 | 8648208.55 | 4.82 | P2 |
| 285 | 285197.711 | 8648084.55 | 7.319 | P3 |
| 286 | 285192.559 | 8648008.68 | 6.28 | P4 |

Levantamiento topográfico.