



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO DEL DISEÑO DE INTERSECCIÓN VIAL EN LA VÍA
PERIMETRAL SUR Y OCHOA LEÓN PARA EL ANÁLISIS DE DEMANDA
VEHICULAR

PONCE TACURI JUAN CARLOS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO DEL DISEÑO DE INTERSECCIÓN VIAL EN LA VÍA
PERIMETRAL SUR Y OCHOA LEÓN PARA EL ANÁLISIS DE
DEMANDA VEHICULAR

PONCE TACURI JUAN CARLOS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ESTUDIO DEL DISEÑO DE INTERSECCIÓN VIAL EN LA VÍA PERIMETRAL SUR Y
OCHOA LEÓN PARA EL ANÁLISIS DE DEMANDA VEHICULAR

PONCE TACURI JUAN CARLOS
INGENIERO CIVIL

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

MACHALA, 28 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
28 de febrero de 2023

1.- Estudio del diseño de intersección vial tipo rotonda, de la vía perimetral sur y calle Ochoa León para el análisis de la demanda vehicular

por Juan Carlos Ponce Tacuri

Fecha de entrega: 22-feb-2023 03:31p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020687261

Nombre del archivo: l_an_lisis_de_la_demanda_vehicular_PONCE_TACURI_JUAN_CARLOS.docx (85.03K)

Total de palabras: 2398

Total de caracteres: 12445

1.- Estudio del diseño de intersección vial tipo rotonda, de la vía perimetral sur y calle Ochoa León para el análisis de la demanda vehicular

por Juan Carlos Ponce Tacuri

Fecha de entrega: 22-feb-2023 03:31p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2020687261

Nombre del archivo: l_an_lisis_de_la_demanda_vehicular_PONCE_TACURI_JUAN_CARLOS.docx (85.03K)

Total de palabras: 2398

Total de caracteres: 12445

1.- Estudio del diseño de intersección vial tipo rotonda, de la vía perimetral sur y calle Ochoa León para el análisis de la demanda vehicular

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

doc.arcgis.com

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, PONCE TACURI JUAN CARLOS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Estudio del diseño de intersección vial en la vía perimetral sur y Ochoa León para el análisis de demanda vehicular, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 28 de febrero de 2023



PONCE TACURI JUAN CARLOS
0703884049

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecido con Dios por permitirme gozar de toda mi familia en tiempos muy difíciles; quiero agradecer a mis padres, mi esposa y mi hija que siempre estuvieron apoyándome para que culmine mi carrera universitaria, ellos han sido mi impulso a lo largo de mi etapa académica, dándome la fortaleza necesaria en cada paso, para nunca desistir pese a las adversidades.

A mis compañeros contemporáneos, que me brindaron su ayuda cada que lo requería.

Agradecer a la Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ingeniería Civil por brindarme la oportunidad de superarme a través de su formación académica; a mis tutores guías de titulación, que fueron parte de mi formación académica y guías en mi proceso de titulación.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	2
TÍTULO	6
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCIÓN	8
Ubicación del proyecto	10
2. DESARROLLO	11
Antecedente histórico de las rotondas	11
Concepto y clase de intersecciones tipo rotondas	11
Miniglorietas	11
Grandes intersecciones giratorias	11
Turbo glorietas	12
Fotogrametría	12
Capacidad de una rotonda	13
Demanda vehicular	13
3. METODOLOGÍA APLICADA	13
Levantamiento Topográfico	13
Procesamiento de fotogrametría para la obtención de puntos	15
Planimetría de estructura existente	19

Conteo Vehicular en el lugar de estudio	21
4. RESULTADOS	27
5. CONCLUSIONES	28
6. RECOMENDACIONES	29
7. BIBLIOGRAFÍA	30
8. ANEXOS	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: vía Panamericana Sur y Calle Ochoa León – Cantón Pasaje	10
Figura 2: Turboglorieta.....	12
Figura 3:Ortofoto y el Modelo Digital de Superficie disperso (DSM) correspondiente antes de la densificación.....	14
Figura 4: Recorrido de Plan de Vuelo	14
Figura 5: Solapamiento de imágenes.....	15
Figura 6:Procesamiento de imágenes en PIX4D.....	16
Figura 7: Procesamiento para obtención de puntos	16
Figura 8: Nube de puntos procesada en Recap	17
Figura 9: Importación de puntos.....	18
Figura 10: Curvas de Nivel.....	18
Figura 11: Planimetría de Intersección.....	19
Figura 12: Esquema de tráfico de la intersección vial según conteo vehicular	21
Figura 13: Hora de máxima demanda en intersección	25
Figura 14: Flujos de entrada a la intersección.....	25
Figura 15: Umbrales de volumen para determinar el número de carriles de entrada	26
Figura 16: Intersección vial Perimetral Sur y Ochoa León.....	32
Figura 17: Lev. Topográfico con Fotogrametría mediante el uso de dron.....	32
Figura 18: Toma de aforo vehicular de Ramal Oeste	33
Figura 19: Toma de aforo vehicular Ramal - Norte-Sur.....	33
Figura 20: Toma de aforo vehicular - Ramal Este	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenada del eje de rotonda	10
Tabla 2: Dimensiones de Isla y Radios de entrada y salida	20
Tabla 3: Dimensiones de Carriles y parterre norte	20
Tabla 4: Dimension de Carriles y parterre - Sur	20
Tabla 5: Dimensión de carriles y parterre - Este	20
Tabla 6: Dimensión de carriles y parterre - Oeste	21
Tabla 7: Conteo Volumétrico - Ramal Norte.....	22
Tabla 8: Ajuste de TPDA - Ramal Norte.....	22
Tabla 9: Porcentaje de aportación vehicular - Ramal Norte	22
Tabla 10: Conteo Volumétrico - Ramal Sur	23
Tabla 11: Ajuste de TPDA - Ramal Sur.....	23
Tabla 12: Porcentaje de aportación vehicular - Ramal Sur.....	23
Tabla 13: Conteo Volumétrico - Ramal Oeste.....	24
Tabla 14: Ajuste de TPDA - Ramal Oeste.....	24
Tabla 15: Porcentaje de aportación vehicular - Ramal Oeste.....	24

TÍTULO: ESTUDIO DEL DISEÑO DE INTERSECCIÓN VIAL EN LA VÍA PERIMETRAL SUR Y OCHOA LEÓN PARA EL ANÁLISIS DE DEMANDA VEHICULAR

RESUMEN

A lo largo del tiempo la infraestructura vial ha sido una fuente de desarrollo de gran importancia para todas las regiones, ya que permite la comunicación y la comercialización de los productos que se derivan de distintas zonas del país.

A medida que las ciudades crecen y se desarrollan, mayor es la demanda del transporte, en consecuencia, se pueden generar un alto índice de accidentes o congestionamientos viales los cuales se convierten en un gran problema de movilidad, cuando las vías colapsan debido a la gran demanda, es conveniente diseñar alternativas que den solución a la problemática. Para el caso de estudio tenemos el estudio de una intersección vial tipo rotonda en la calle Ochoa León y vía perimetral sur.

Debido a la gran afluencia vehicular se ha propuesto evaluar la demanda vehicular del sitio y hacer un análisis al diseño de la rotonda existente, por tal motivo se ha realizado el levantamiento topográfico del sitio a través de fotogrametría, a su vez se ha realizado el aforo vehicular con el fin de obtener datos certeros para el estudio del caso.

Palabras claves: aforo, intersección vial, demanda vehicular, fotogrametría.

ABSTRACT

Over time, road infrastructure has been a source of development of great importance for all regions, since it allows communication and marketing of products derived from different areas of the country.

As cities grow and develop, the demand for transport is greater, consequently, a high rate of accidents or road congestion can be generated, which become a great mobility problem, when the roads collapse due to the great demand, it is convenient to design alternatives that provide a solution to the problem. For the case study we have the design of a roundabout-type road intersection on Ochoa León street and south perimeter road.

Due to the large vehicular influx, it has been proposed to evaluate the vehicular demand of the site and make an analysis of the design of the existing roundabout, for this reason the topographic survey of the site has been carried out through photogrammetry, in turn the capacity has been carried out vehicle in order to obtain accurate data for the case study.

Keywords: capacity, road intersection, vehicular demand, photogrammetry

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo o crecimiento de un país tiene como eje primordial la infraestructura vial, ya que es a través de ésta donde se conectan pueblos, ciudades y países, lo cual permite satisfacer necesidades tan básicas como lo son: educación, salud, alimentación etc. La vía perimetral Sur y calle Ochoa León, al ser vías primarias que conectan distintas rutas del cantón Pasaje y permiten la comunicación entre las provincias de El Oro y El Azuay, se consideran de importancia, ya que, a través de éstas se comercializan sus productos, los cuales son base de su economía. Al ser vías importantes, la circulación vehicular debe ser fluida y segura, por tal motivo se ha considerado estudiar si el diseño de intersección vial tipo rotonda, implementada en el sitio, cumple con la demanda vehicular actual.

Actualmente se encuentran inhabilitados 4 carriles de la vía perimetral sur, que van de Este a Oeste, específicamente 2 de entrada y 2 de salida a la intersección; el deterioro del sitio es notable debido a la alta demanda vehicular existente, esto se ve reflejado en baches en toda la red vial, problemas de polvo a causa del desgaste de la carpeta asfáltica; generando molestias en el tránsito y población aledaña.

La demanda vehicular se produce por la necesidad de acceder a sitios donde se realizan actividades diarias como: trabajo, estudio, compras, etc. Por ello el tránsito es muy variable y tiene puntas muy definidas donde coinciden muchos viajes; esta concentración vehicular puede generar problemas de movilidad debido a embotellamientos o accidentes [1]. La importancia de estudiar el sitio es la concurrencia vehicular que se puede generar, debido al diseño geométrico de la intersección, la cual se compone de 4 ramales, dispuestos de la siguiente forma: Ramal Norte: Calle Ochoa León, Ramal Sur: Vía a Palenque, Ramal Este: Vía Perimetral Sur, Ramal Oeste: Perimetral sur (vía al Azuay).

Latinoamérica posee un alto índice de congestionamientos vehiculares, teniendo a ciudades como Bogotá y Sao Paulo entre las ciudades más afectadas por estos problemas a nivel mundial[1].

En Colombia como en varios países, los tiempos de desplazamientos en las grandes ciudades son altos, la topografía de algunas zonas es una de las principales causas para crear inconvenientes con la movilidad, creando malestar en la población [2].

Algunas alternativas de solución en Colombia han sido la creación de servicios de transporte público con mayores flexibilidades, comodidades; de igual forma incorporando políticas de parqueo, para recuperación de espacios urbanos [2].

En Ecuador el panorama no es favorable, ya que las grandes ciudades como Guayaquil, Quito, atraviesan el mismo problema; tomando alternativas de solución como el uso del pico y placa, la implementación de servicios de transporte público modernos, aunque sin dar soluciones definitivas a los problemas de congestión vehicular. El cantón Pasaje, provincia de El Oro, está sujeto a generar problemas ligados al tráfico vehicular, ya que al servir de conexión con la región Sierra, la demanda vehicular va en aumento, con ello sus redes viales deben satisfacer dicha demanda, ya que, al no contar con factores como economía, cultura, falta de ordenamiento urbanístico, debe apegarse a sistemas tradicionales como el uso de intersecciones viales tipo rotondas.

El propósito de este trabajo es realizar un estudio del diseño de la intersección vial tipo rotonda de las calles Ochoa León y Perimetral Sur, perteneciente a la ciudad de Pasaje; mediante el análisis del tráfico vehicular para el establecimiento de su eficiente servicio a la población.

Para llegar al objetivo general se han considerado tres objetivos específicos que consideran lo siguiente:

- Realizar la revisión bibliográfica documental acerca del diseño de vías acorde con el tráfico vehicular para la pertinencia de su diseño.
- Realizar el levantamiento topográfico del sitio a través de planes vuelo dirigidos por dron y conteo manual de aforo vehicular.
- Analizar si la demanda actual del tráfico vehicular es pertinente al diseño geométrico de la intersección vial implantada en el sector.

Los métodos utilizados para el análisis de la demanda, es el empleo de la fotogrametría y conteo manual vehicular, una vez obtenidos los datos, se utilizaron softwares para el análisis de demanda y de diseño.

La aplicación de esta metodología nos dio como resultado, que actualmente la rotonda si cumple con la demanda vehicular del sector, obteniendo que está trabajando en relación al uso-capacidad en un 29.4 %, considerando también que existen carriles inhabilitados por trabajos de mejoramiento, por tal motivo, la rotonda no está trabajando a toda su capacidad, además según los resultados del TPDA el ramal que mayor circulación y demanda vehicular posee es el ramal oeste (vía panamericana sur).

Por lo que se concluye que no se necesitaría hacer ningún rediseño de la intersección vial, en vista que cumple con la demanda vehicular actual.

Ubicación del proyecto

COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
633701.797	9630772.637	15.00

Tabla 1: Coordenada del eje de rotonda

Fuente: Elaboración propia



Figura 1: vía Panamericana Sur y Calle Ochoa León – Cantón Pasaje

Fuente: Elaboración propia

2. DESARROLLO

Antecedente histórico de las rotondas

Las intersecciones viales tipo rotonda fueron implementadas en Europa en el año 1903, denominadas en ese momento como “círculos de tráfico”, y gracias a su funcionalidad se popularizaron, donde fueron la solución a intersecciones congestionadas. En 1905, Estados Unidos implementó su primera intersección giratoria, de tal forma que también adquirieron popularidad porque fueron soluciones a los problemas de tráfico, tomando el nombre de “rotativas”; tanto en Europa como en EE. UU tenían la regla prioritaria a la derecha, esto indicaba que, se priorizaba el ingreso de vehículos hacia el anillo sobre los que ya se encontraban circulando dentro de él, aunque no todos los países adoptaron esta regla. Actualmente en gran cantidad de países se implementan rotondas compactas en las cuales los vehículos transitan en sentido horario [3].

Concepto y clase de intersecciones tipo rotondas

Se entiende por intersección tipo rotonda a toda intersección integrada por una calzada giratoria que se extiende alrededor de una isla central en la que concurren diferentes vías. A continuación, se conceptualizan algunos tipos de intersecciones tipo rotondas.

Miniglorietas. - son implementadas dentro de zonas urbanas ya que necesitan menos superficie. Pueden considerar importantes capacidades de tráfico, pero exigen velocidades muy moderadas y presentan dificultades para el tránsito de vehículos grandes, a menos que cuenten con una calzada anular amplia.

Grandes intersecciones giratorias. – contrario a las miniglorietas, estas intersecciones cuentan con una isleta central de gran diámetro; presentan el problema de inducir a altas velocidades de circulación, sin aumentar sustancialmente la capacidad y ocupando gran cantidad de suelo.

Turbo glorietas. - son un tipo de intersección con un diseño especial que da un giro de tuerca al concepto convencional de glorietta. En ellas rige la misma norma: los vehículos que circulan dentro tienen prioridad sobre los que pretenden acceder.

Pero también hay ciertas diferencias entre unas y otras. La principal es que, en cada carril de una rotonda 'turbo', el tráfico va encauzado hacia distintas salidas, de tal forma que no es posible hacer la plaza completa por el carril exterior [4].

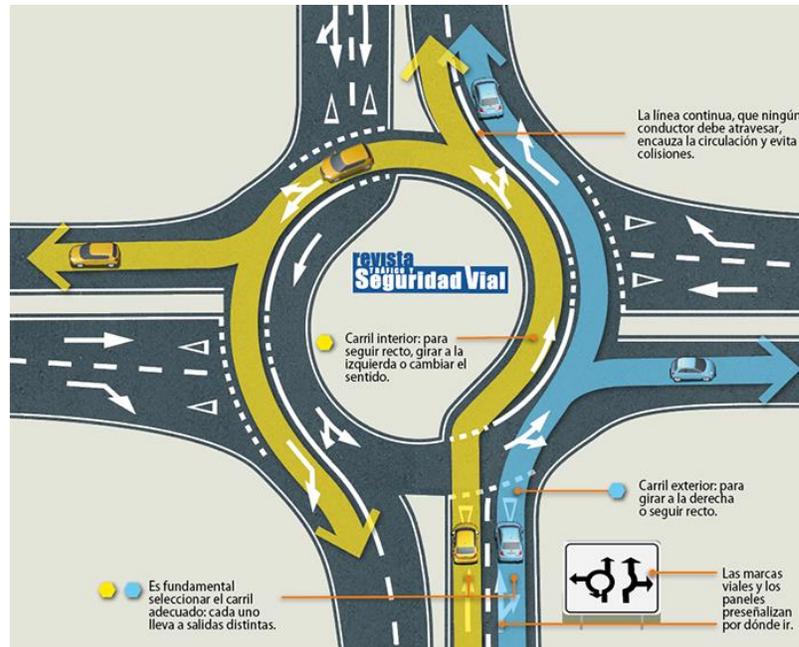


Figura 2: Turboglorieta

Fuente: Revista.dgt.es [5]

Fotogrametría. - Es un recurso técnico cuyo objetivo es definir de forma precisa la forma de un objeto en el espacio.

La fotogrametría aplicada con dron representa un gran apoyo, dado que, con relación al tiempo y costo son significativamente inferiores a una topografía con equipos tradicionales, ya que, a través de planes de vuelo efectuados por el dron, es posible levantar información topográfica precisa y confiable [6].

Para precisar datos en vuelos fotogramétricos, se deben establecer puntos de control, los cuales brindarán posición certera y orientación de la cámara, para de esta forma obtener datos precisos y confiables [7].

La fotogrametría ha revolucionado el campo de la topografía, siendo capaz de determinar la geometría de los objetos de forma tridimensional, utilizando fotos y puntos de referencia, tomando todo esto desde distintas alturas y distancias a las cuales puede desplazarse el dron [8].

Capacidad de una rotonda. – comprende la cantidad máxima de vehículos que pueden circular por un punto específico durante cierto tiempo en condiciones de tránsito o infraestructura vial que puedan modificar la capacidad del sistema [9]

Demanda vehicular. - comprende el número de vehículos que pasa en un mismo punto, durante un tiempo específico, y la oferta vial que puede circular en un espacio físico [9].

Mediante estudios técnicos que se realiza al tránsito, es posible plantear posibles soluciones, dichos estudios se basan en el aforo para cálculo de demanda vehicular, capacidad, nivel de servicio, con ello se analizan alternativas que permitan mejorar el tráfico vehicular de las vías [10].

3. METODOLOGÍA APLICADA

Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico de la intersección vial en cuestión se realizó a través de fotogrametría y puntos de control georreferenciados con GPS. Se utilizó un dron modelo Mavic air 2s para un área de levantamiento de 28908 m².

El plan de vuelo y captura de información se realizó con la app móvil Dh Drone Harmony, se tomaron un total de 80 fotografías a una altura de 75 m, con una resolución de 2.24 cm x pixel.

Las imágenes tomadas por el dron fueron traslapadas 35 de sentido lateral y 25 en sentido frontal.

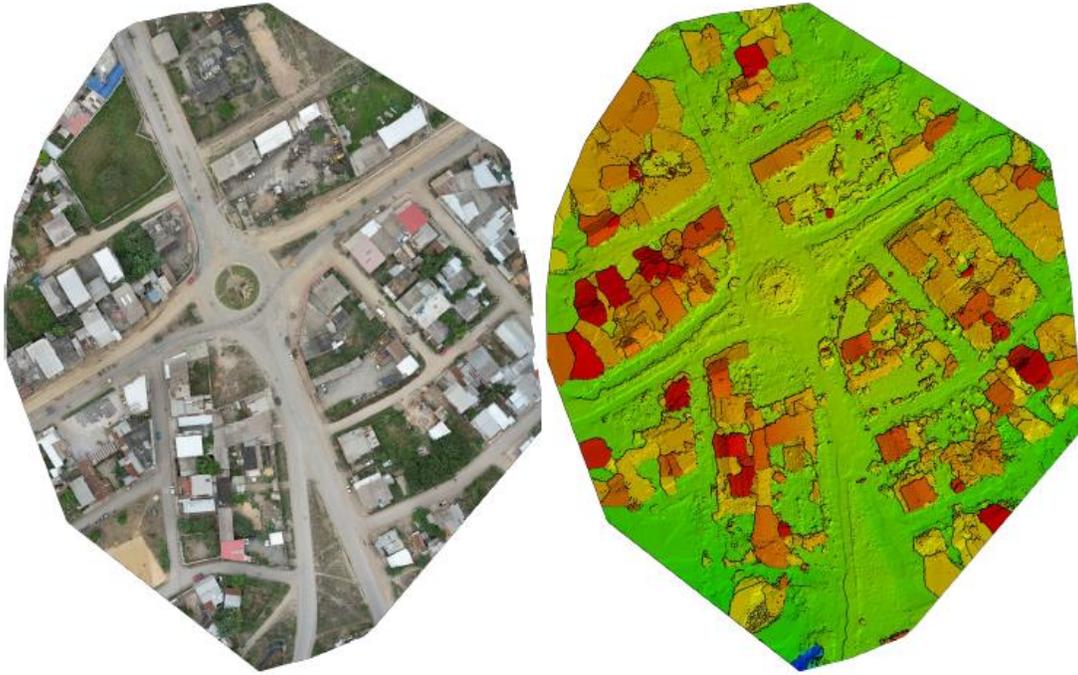


Figura 3: Ortofoto y el Modelo Digital de Superficie disperso (DSM) correspondiente antes de la densificación.

Fuente: Elaboración Propia

El punto azul grande representa el inicio del recorrido a realizarse y la línea verde sigue la posición de las imágenes en el tiempo, en total se tomaron 80 imágenes correctas para un postproceso.

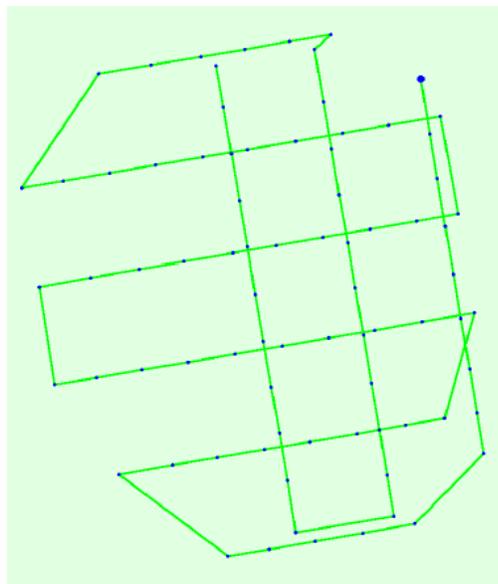


Figura 4: Recorrido de Plan de Vuelo

Fuente: Elaboración Propia

Las áreas rojas y amarillas pueden dar resultados incompletos, debido a la baja superposición de imágenes. El área verde genera resultados confiables porque existe una superposición de más de 5 fotos por cada píxel.

Se obtienen buenos resultados siempre que el número de similitudes de puntos clave también sea suficiente para estas áreas.

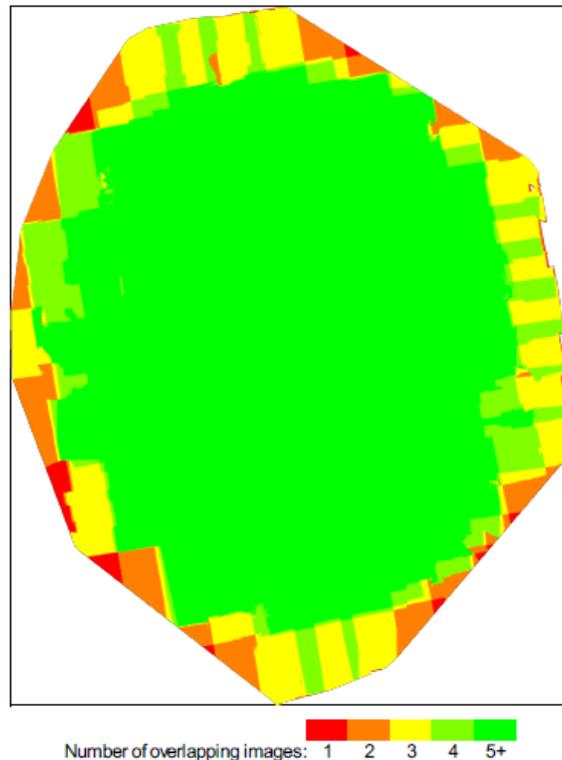


Figura 5: Solapamiento de imágenes
Fuente: Elaboración propia

Procesamiento de fotogrametría para la obtención de puntos

Para obtener la ortofoto y la densidad de puntos se procedió a procesar la información en PIX4D, para luego obtener un archivo Lasso el cual será procesado en autodesk Recap.

Procesamiento de imágenes

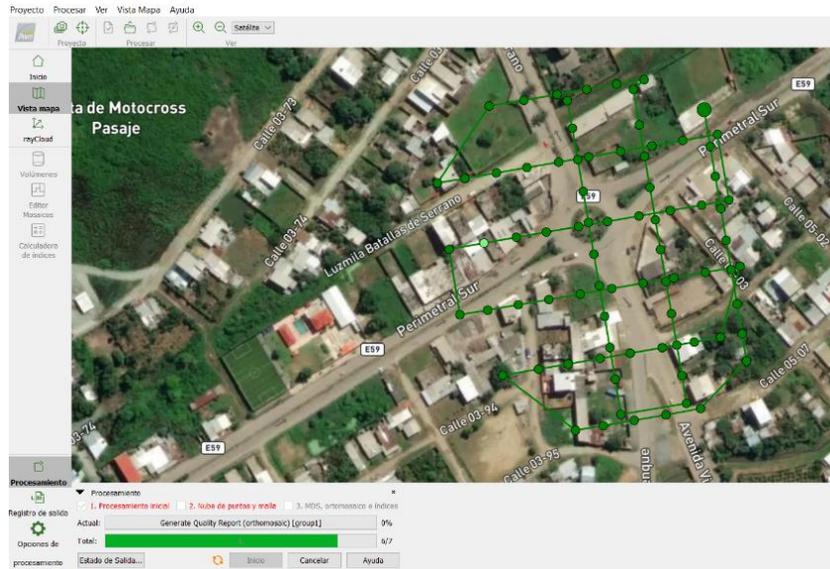


Figura 6: Procesamiento de imágenes en PIX4D
Fuente: Elaboración Propia

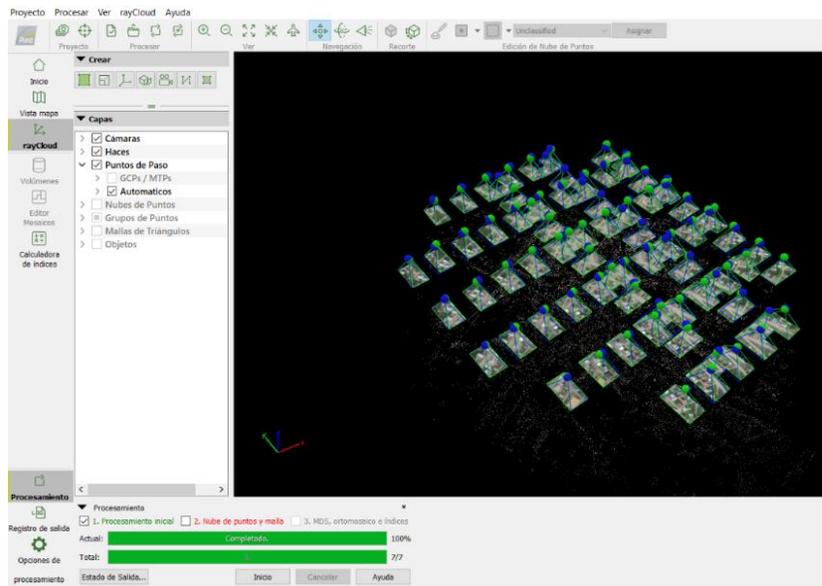


Figura 7: Procesamiento para obtención de puntos
Fuente: Elaboración Propia

Nube de puntos procesada en Recap a partir de archivo LAS generado por PIX4D.



Figura 8: Nube de puntos procesada en Recap
Fuente: Elaboración Propia

Altimetría: importación de puntos

Se debe importar la nube de puntos depurada en RECAP. Importación de puntos a CIVIL3D con extensión “rcp”

En la actualidad existen herramientas que permiten desarrollar modelos digitales a través de la interpretación de los datos obtenidos previamente, son conocidas como herramientas BIM, como lo es el Civil 3D, esta es una herramienta colaborativa muy eficiente ya que nos permitirá trabajar con la información recolectada por el dron y proceder al análisis de la rotonda existente [11].

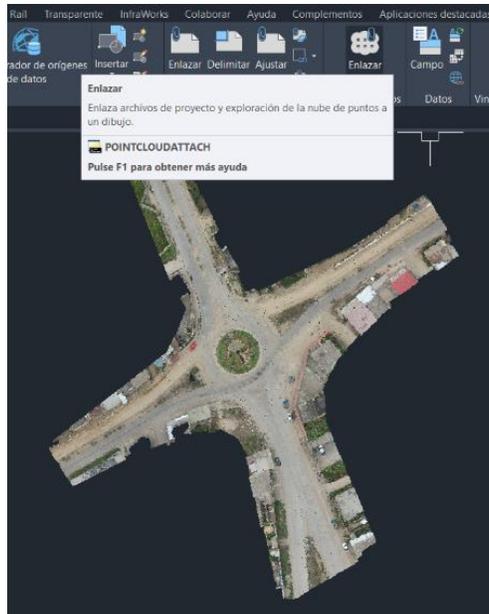


Figura 9: Importación de puntos
Fuente: Elaboración propia

Se crea superficie a partir de la nube de puntos enlazada en civil, con distancia entre puntos cada 2 metros.

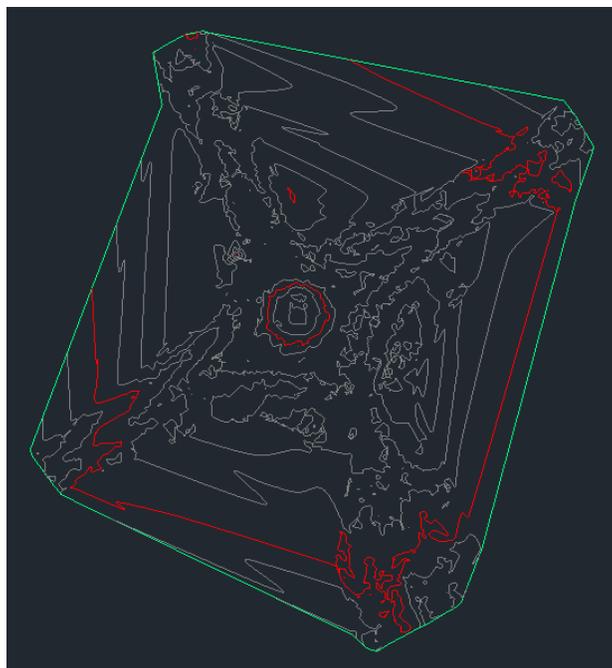


Figura 10: Curvas de Nivel
Fuente: Elaboración Propia

Planimetría de estructura existente

Obtenida la ortofoto georreferenciada podemos proceder a trabajar en el Civil 3D, reconociendo todas las características de la rotonda que será estudiada a través de mediciones de diámetro de isla central, anchos de carril, dimensiones de islas deflectoras, radios de entrada y salida de la rotonda.

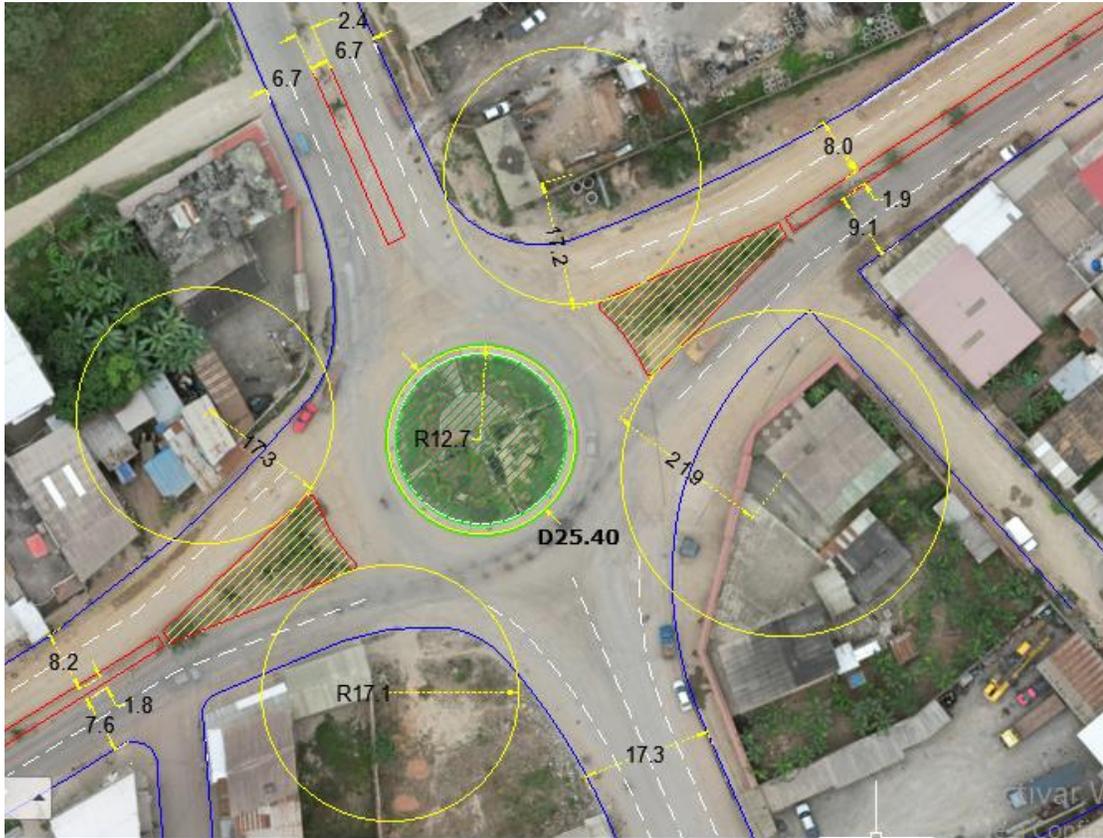


Figura 11: Planimetría de Intersección

Fuente: Elaboración Propia

Descripción	Dimensiones (m)
Diámetro de isla central	25.40
Radio de entrada (Perimetral sur - suroeste)	17.10
Radio de salida (Perimetral sur – sureste)	21.90
Radio de entrada (Calle Ochoa León – noroeste)	17.30
Radio de salida (Calle Ochoa León – noreste)	17.20

Tabla 2: Dimensiones de Isla y Radios de entrada y salida

Fuente: Elaboración propia

CALLE OCHOA LEON (NORTE)	
Descripción	Dimensión (m)
Número de carriles	4
Ancho de Carriles (entrada y salida)	3.35
Ancho de parterre	2.40

Tabla 3: Dimensiones de Carriles y parterre norte

Fuente: Elaboración Propia

CALLE OCHOA LEON – VIA A PALENQUE (SUR)	
Descripción	Dimensión (m)
Número de carriles	4
Ancho de carriles (entrada y salida)	4.30
Ancho de parterre	No existe

Tabla 4: Dimensión de Carriles y parterre - Sur

Fuente: Elaboración Propia

VIA PANAMERICANA SUR – VIA A CUENCA (ESTE)	
Descripción	Dimensión (m)
Número de carriles	4
Carriles de entrada (2)	4.00
Carriles de salida (2)	4.50
Ancho de parterre	1.90

Tabla 5: Dimensión de carriles y parterre - Este

Fuente: Elaboración Propia

VIA PANAMERICANA SUR (OESTE)	
Descripción	Dimensión (m)
Número de carriles	4
Carriles de entrada (2)	3.80
Carriles de salida (2)	4.10
Ancho de parterre	1.75

Tabla 6: Dimensión de carriles y parterre - Oeste

Fuente: Elaboración Propia

Conteo Vehicular en el lugar de estudio

El tráfico en las vías es una variable que define desde las características geométricas de una vía hasta el tipo de pavimento que será implementado, esto denota su gran importancia al momento de obtener datos que sean certeros y confiables [12].

Para el presente estudio se realizó el método de conteo manual, identificando los horarios pico de comienzo de jornada (7:00 a 8:00), media jornada (12:30 a 13:30) y culminación de jornada (17:30 a 18:30).

A continuación, se muestra los datos ingresados en el synchro 8, donde se muestra el resumen esquemático de tráfico en la intersección vial y relación uso capacidad (v/c).



Figura 12: Esquema de tráfico de la intersección vial según conteo vehicular

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Ramal – Ochoa León (Norte)

Este ramal según los aforos realizados es el segundo más transitado, la mayor cantidad de vehículos que ingresan a la intersección giran hacia la parte Este de la vía perimetral sur, la cual dirige hacia la provincia del Azuay, y la restante toma dirección hacia el sur, vía a Palenque.

Cálculo de TPDA

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO - RAMAL OCHOA LEÓN (NORTE)											
FECHA DE CONTEO	DIA DE LA SEMANA	ESTACIÓN	VEHICULOS LIVIANOS			VEHICULOS PESADOS 2 EJES		VEHICULOS EXTRA PESADOS			OTROS
			AUTOS	CAMIONETAS	JEEPS	BUSES	CAMIONES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	LUNES	NO. 3	1969	363	660	429	792	33	11	0	0
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	MIERCOLES	NO. 3	2100	425	579	432	707	44	8	0	0
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	VIERNES	NO. 3	2215	663	605	420	880	56	12	4	5
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	SABADO	NO. 3	2172	328	779	428	943	66	6	3	5
			8456	1779	2623	1709	3322	199	37	7	10

Tabla 7: Conteo Volumétrico - Ramal Norte

Fuente: Elaboración Propia

	TPDA	T.P.D.S	Fm	Factor de ajuste Diario	TPDA EXISTENTE
LUNES	4257	4424	1.070	1.039	6177
MIERCOLES	4295			1.030	
VIERNES	4860			0.910	
SABADO	4730			0.935	
				1.305	

Tabla 8: Ajuste de TPDA - Ramal Norte

Fuente: Elaboración Propia

	VEHICULOS LIVIANOS			VEHICULOS PESADOS 2 EJES			VEHICULOS EXTRA PESADOS				
TOTAL	8456	1779	2623	1709	3322	199	37	7	10	18142	
TPDS	2080	423	640	429	796	45	9	1	1	4424	
%TPDS	47	10	14	10	18	1	0	0	0	100	
TPDA ACTUAL	2904	591	894	599	1111	63	13	1	1	6177	
%TPDA ACTUAL	47	10	14	10	18	1	0	0	0	100	
TPDA ASIGNADO	3775	768	1162	779	1444	82	17	1	1	8030	
%TPDA ASIGNADO	47	10	14	10	18	1	0	0	0	100	
	71			28			1			0	100

Tabla 9: Porcentaje de aportación vehicular - Ramal Norte

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Ramal – Vía a Palenque (Sur)

Este ramal según los aforos realizados es el tercer ramal más transitado, la mayor cantidad de vehículos que ingresan a la intersección toman la dirección norte hacia Pasaje, la parte restante gira hacia la dirección este, vía al Azuay.

Cálculo de TPDA

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO - RAMAL (VIA A PALENQUE)											
FECHA DE CONTEO	DIA DE LA SEMANA	ESTACIÓN	VEHICULOS LIVIANOS			VEHÍCULOS PESADOS 2 EJES		VEHÍCULOS EXTRA PESADOS			OTROS
			AUTOS	CAMIONETAS	JEEPS	BUSES	CAMIONES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	LUNES	NO. 4	2060	405	668	424	885	46	8	0	0
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	MIERCOLES	NO. 4	2193	379	588	428	798	53	4	0	0
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	VIERNES	NO. 4	2443	598	623	433	965	78	10	0	5
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	SABADO	NO. 4	2655	469	669	420	865	98	6	0	5
			9351	1851	2548	1705	3513	275	28	0	10
			13750			5218		303			10

Tabla 10: Conteo Volumétrico - Ramal Sur

Fuente: Elaboración Propia

	TPDA	T.P.D.S	Fm	Factor de ajuste Diario	TPDA EXISTENTE
LUNES	4496	3929	1.070	0.874	4593
MIERCOLE	4443			0.884	
VIERNES	5155			0.762	
SABADO	5187			0.757	
				1.093	

Tabla 11: Ajuste de TPDA - Ramal Sur

Fuente: Elaboración Propia

	VEHICULOS LIVIANOS			VEHÍCULOS PESADOS 2 EJES		VEHÍCULOS EXTRA PESADOS			OTROS	
TOTAL	9351	1851	2548	1705	3513	275	28	0	10	19281
TPDS	2247	432	633	426	863	61	7	0	1	4670
%TPDS	48.12	9.25	13.55	9.12	18.48	1.31	0.15	0	0.02	100
TPDA ACTUAL	2627	505	740	498	1009	71	8	0	1	5460
%TPDA ACTUAL	48.11	9.25	13.55	9.12	18.48	1.30	0.15	0	0	100
TPDA ASIGNADO	3415	657	962	647	1312	92	10	0	1	7098
%TPDA ASIGNADO	48.11	9.26	13.55	9.12	18.48	1.30	0.14	0.00	0.01	100
	70.92			27.60		1.44			0.01	100

Tabla 12: Porcentaje de aportación vehicular - Ramal Sur

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Ramal – Vía Perimetral Sur (Oeste)

Este ramal según los aforos realizados es el ramal con mayor circulación, pese a que tiene los carriles de salida de la rotonda cerrados, la mayor parte de los vehículos toman la dirección hacia el Azuay, y el restante de vehículos toman casi por igual la parte norte que los dirige a Pasaje y la parte sur con dirección hacia Palenque.

Cálculo de TPDA

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO - PERIMETRAL SUR - OESTE											
FECHA DE CONTEO	DIA DE LA SEMANA	ESTACIÓN	VEHICULOS LIVIANOS			VEHICULOS PESADOS 2 EJES		VEHICULOS EXTRA PESADOS			OTROS
			AUTOS	CAMIONETAS	JEEPS	BUSES	CAMIONES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	LUNES	NO. 1	1056	1441	616	44	594	220	154	66	55
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	MIERCOLES	NO. 1	886	1345	445	36	660	254	236	71	43
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	VIERNES	NO. 1	1138	1221	532	33	755	286	188	75	22
02 - 04 - 06 Y 07 DE ENERO DE 2023	SABADO	NO. 1	1325	1633	448	18	630	259	145	69	19
			4405	5640	2041	131	2639	1019	723	281	139

Tabla 13: Conteo Volumétrico - Ramal Oeste

Fuente: Elaboración Propia

	TPDA	T.P.D.S	Fm	Factor de ajuste Diario	TPDA EXISTENTE
LUNES	4246	4193	1.070	0.988	5909
MIERCOLES	3976			1.055	
VIERNES	4250			0.987	
SABADO	4546			0.922	
				1.317	

Tabla 14: Ajuste de TPDA - Ramal Oeste

Fuente: Elaboración Propia

	VEHICULOS LIVIANOS			VEHÍCULOS PESADOS 2 EJES		VEHÍCULOS EXTRA PESADOS			OTROS	
TOTAL	4405	5640	2041	131	2639	1019	723	281	139	17018
TPDS	1045	1403	519	36	646	247	187	70	41	4194
%TPDS	25	33	12	1	15	6	4	2	1	100
TPDA ACTUAL	1473	1977	731	51	910	348	264	99	58	5910
%TPDA ACTUAL	25	33	12	1	15	6	4	2	1	100
TPDA ASIGNADO	1915	2570	950	66	1183	452	343	129	75	7683
%TPDA ASIGNADO	25	33	12	1	15	6	4	2	2	100
	70			16		12			2	100

Tabla 15: Porcentaje de aportación vehicular - Ramal Oeste

Fuente: Elaboración Propia

Hora de máxima demanda en intersección por cada flujo

ENTRADA 1		%	ENTRADA 2		%	ENTRADA 4		%
FLUJO 1	14	6.42	FLUJO 4	30	34.88	FLUJO 7	48	21.15
FLUJO 2	193	88.53	FLUJO 5	56	65.12	FLUJO 8	179	78.85
FLUJO 3	11	5.05	FLUJO 6	0	0.00	FLUJO 9	0	0.00
TOTAL PARCIAL	218	100.00		86	100.00		227	100.00
PORCENTAJE		41.05			16.20			42.75
TOTAL INTERSECCIÓN	531	100						

Figura 13: Hora de máxima demanda en intersección
Fuente: Elaboración propia

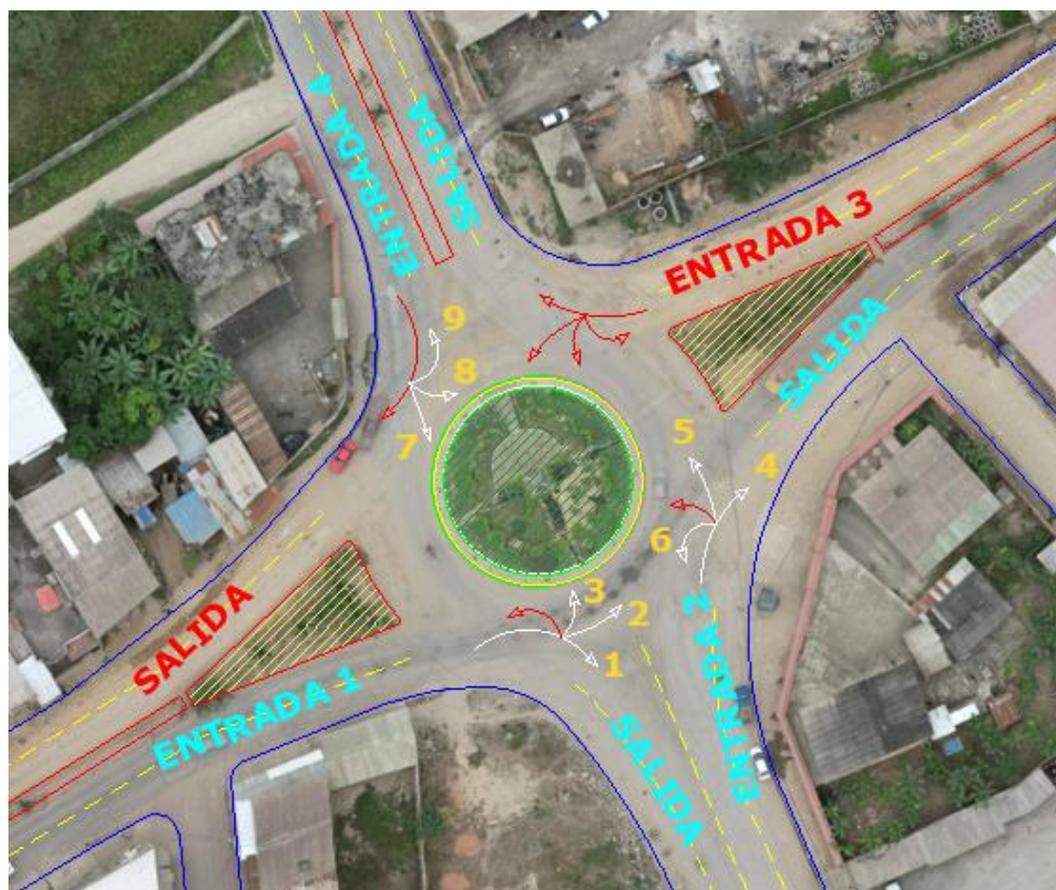


Figura 14: Flujos de entrada a la intersección
Fuente: Elaboración propia

Umbral de volumen para determinar el número de carriles de entrada según Guía FHWA

Si la suma de los volúmenes de tráfico que ingresan y circulan por cada aproximación es menos de 1000 veh/h, entonces probablemente una rotonda de 1 solo carril puede ser suficiente [13].

Volume Range (sum of entering and conflicting volumes)	Number of Lanes Required
0 to 1,000 veh/h	<ul style="list-style-type: none">▪ Single-lane entry likely to be sufficient
1,000 to 1,300 veh/h	<ul style="list-style-type: none">▪ Two-lane entry may be needed▪ Single-lane may be sufficient based upon more detailed analysis.
1,300 to 1,800 veh/h	<ul style="list-style-type: none">▪ Two-lane entry likely to be sufficient
Above 1,800 veh/h	<ul style="list-style-type: none">▪ More than two entering lanes may be required▪ A more detailed capacity evaluation should be conducted to verify lane numbers and arrangements.

Source: New York State Department of Transportation

Figura 15: Umbral de volumen para determinar el número de carriles de entrada
Fuente: FHWA GUIA RM 2010 [13]

4. RESULTADOS

Porcentaje de aportación vehicular del ramal norte (calle Ochoa León)

Según los cálculos del TPDA el 71 % de vehículos que circulan por el ramal norte son vehículos livianos, el 28 % que circulan son vehículos pesados de 2 ejes, y el 1 % corresponde a vehículos extra pesados.

Porcentaje de aportación vehicular del ramal sur (vía a Palenque)

Según los cálculos del TPDA el 70.92 % de vehículos que circulan por el ramal sur son vehículos livianos, el 27.60 % que circulan son vehículos pesados de 2 ejes, el 1.44 % corresponde a vehículos extra pesados y el 0.01 % a otros.

Porcentaje de aportación vehicular del ramal este (vía al Azuay)

En este ramal no circulan carros de ingreso hacia la rotonda, solo circulan carros de salida, debido que, se están realizando trabajos de mejoramiento de la vía.

Porcentaje de aportación vehicular del ramal oeste (vía Perimetral sur)

Según los cálculos del TPDA el 70 % de vehículos que circulan por el ramal sur son vehículos livianos, el 16 % que circulan son vehículos pesados de 2 ejes, el 12 % corresponde a vehículos extra pesados y el 2 % a otros.

Capacidad de rotonda

El índice de utilización en la intersección alcanza el 29.4 %, eso indica que la rotonda cumple con la demanda vehicular registrada.

Hora de máxima demanda

En la intersección nos da un total de 531 veh/h que ingresaron a la intersección, considerando la guía FHWA, 1 solo carril de acceso sería suficiente para que la rotonda sea funcional.

Cabe mencionar que estos índices no deben ser completamente aceptados, debido que existen 2 carriles de entrada y 2 carriles de salida inhabilitados en la vía perimetral sur, por trabajos de mejoramiento, esto afecta al estudio del caso.

5. CONCLUSIONES

- El tráfico vehicular es muy variable, debido a esto es de gran importancia analizarlo, ya que estos datos son base para el diseño geométrico de una intersección vial, por tal motivo es necesario recurrir a las fuentes bibliográficas fidedignas que contengan estudios y resultados comprobados, para este caso de estudio se ha recurrido a revistas científicas indexadas.
- La obtención de puntos a través de fotogrametría es un recurso bastante aceptable para realizar levantamientos topográficos, siempre y cuando se configure de manera adecuada el equipo a utilizar, como es el caso de establecer puntos de control, el ingreso de plan de vuelo, etc. Los conteos vehiculares fueron registrados de forma manual, en horarios y días establecidos, considerando que deben tomarse datos en horas de mayor circulación vehicular.
- Según los datos obtenidos por el aforo e ingresados en el synchro 8, la rotonda cumple con la demanda vehicular ya que su relación (v/c) es de 29.4 %. Sin embargo, hay que tener en cuenta que 4 carriles están inhabilitados por trabajos de mejoramiento.

6. RECOMENDACIONES

- Para la realización de una rotonda, es necesario acudir a las normas que rigen su diseño, dado que son proyectos que se realizan con el fin de satisfacer las necesidades del tránsito existente en las vías, un mal diseño en lugar de ser solución puede convertirse en un verdadero dolor de cabeza por los congestionamientos o en casos más críticos causar accidentes con fatalidades.
- Para asegurarse que un proyecto vial dure su periodo de vida útil debe mantenerse en mantenimiento constante con la respectiva autoridad competente, dado que las vías son más susceptibles a daños por la cantidad de vehículos que las transitan.
- Para la realización de toma de datos de algún sector que posee altos índices de delincuencia es mejor optar por equipos que minimicen el menor tiempo posible de permanencia física en el lugar, dado que se es muy susceptible a ser víctima de asaltos; como en este caso para la topografía se recurrió a la fotogrametría a través de dron.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. M. Posligua Gines, F. A. Pico Parraga, y J. J. Garcia Vincas, «Análisis y evaluación del tránsito entre las avenidas América y Ejército, Portoviejo-Manabí», *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, vol. 7, n.º 3, 2022, Accedido: 13 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8399857>
- [2] J. Orozco-Rivera, Y. Ceballos, y J. Castillo-Grisales, «Análisis del alto flujo vehicular para una vía de acceso a Medellín usando simulación basada en agentes», *Revista UIS Ingenierías*, vol. 21, n.º 1, pp. 73-82, 2022, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=553772394006>
- [3] H. Ortega, «Evaluación de la capacidad en rotondas, en función de la optimización de su diseño geométrico», Accedido: 28 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2915/1/3.%2bTESIS%2bESTEBAN%2bORTEGA.pdf>
- [4] L. Bulla-Cruz, L. Lyons Barrera, y A. Darghan, «Complete-Linkage Clustering Analysis of Surrogate Measures for Road Safety Assessment in Roundabouts», *Rev Colomb Estad*, vol. 44, pp. 91-121, ene. 2021, doi: 10.15446/rce.v44n1.81937.
- [5] J. Valcárcel, I. Moreno, y C. Nicolás, «Tráfico y Seguridad vial». Accedido: 23 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: https://revista.dgt.es/Galerias/hemeroteca/revista/N-264-PDF_OP.pdf
- [6] O. del Río Santana, F. de J. Gómez Córdova, N. V. López Carrillo, J. A. Saenz Esqueda, y A. T. Espinoza Fraire, «Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones.», *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 14, n.º 2, pp. 1-10, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193963490001>
- [7] H. Pacheco Gil, E. Jarre, J. R. Macias, F. Intriago, B. Ortega, y E. Menéndez, «Use of Unmanned Aerial Vehicle as an Alternative to Generate Topographic Information: Unmanned Aerial Vehicle for topographic», *Enfoque UTE*, vol. 14, n.º 1, ene. 2023, doi: 10.29019/enfoqueute.881.
- [8] J. J. Pérez-Paredes, G. J. López-Canteñas, N. Velázquez-López, y I. L. López-Cruz, «Evaluación de un prototipo de RPAS para el levantamiento topográfico con imágenes RGB», *Revista Ingeniería Agrícola*, vol. 11, n.º 2, pp. 25-32, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586266250004>
- [9] T. Z. Ashhad Verdezoto, F. F. Cabrera Montes, y O. B. Roa Medina, «Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en

- Guayaquil-Ecuador», *Gaceta Técnica*, vol. 21, n.º 2, pp. 4-23, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570363740001>
- [10] G. Cabeza Quintero, S. Ruata Aviles, M. Leyva Vásquez, y F. Córdova Rizo, «Evaluación Tráfico vehicular para conocer Nivel de Servicio de Avenida Francisco de Orellana, Ciudad Guayaquil Vehicle Traffic Evaluation to know Francisco de Orellana Avenue Service Level, Guayaquil City», vol. 3, pp. 69-73, 2018, doi: 10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp84-89p.
- [11] S. Ñaupá Mamani, S. Llanos Díaz, S. Marca Arocutipa, y R. Fitzgerald Sosa Aquisé, «Análisis de rentabilidad en la etapa de diseño entre un modelo bidimensional CAD y un modelo BIM para el proyecto de Intercambio Vial, Km 25+115.85 de la Autopista Juliaca - Puno», *TecnoHumanismo*, vol. 2, n.º 1, pp. 15-32, 2022, Accedido: 13 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8245925
- [12] S. Navarro Hudiel y J. Mendoza, «Determinación de tasas de crecimiento de tráfico promedio diario anual en Nicaragua a partir de datos macroeconómicos», *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, vol. 11, pp. 70-83, dic. 2021, doi: 10.5377/elhigo.v11i2.13033.
- [13] F. Justo, S. Alejandra, y D. Fissore, «Second Edition». [En línea]. Disponible en: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_672.pdf

8. ANEXOS



Figura 16: Intersección vial Perimetral Sur y Ochoa León

Fuente: Elaboración Propia



Figura 17: Lev. Topográfico con Fotogrametría mediante el uso de dron

Fuente: Elaboración Propia



Figura 18: Toma de aforo vehicular de Ramal Oeste

Fuente: Elaboración Propia



Figura 19: Toma de aforo vehicular Ramal - Norte-Sur

Fuente: Elaboración Propia



Figura 20: Toma de aforo vehicular - Ramal Este

Fuente: Elaboración Propia