

4

Propuesta De Diseño De Un Vial De Acceso Siguiendo La Ruta Perimetral De La Universidad Técnica De Manabí

Design Proposal For An Access Road Following The Perimeter Route Of The Technical University Of Manabí

Autores

Ronny Damián Laz Torres,

Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, ronnylaz1989@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-7505-6593>

Dania Olga Abreu Hernández

Ingeniero Civil, Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae), daniah1973@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1282-5387>

Eduardo Tejeda Piusseaut

Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, wardy2015@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0577-0448>

Propuesta De Diseño De Un Vial De Acceso Siguiendo La Ruta Perimetral De La Universidad Técnica De Manabí

4

RESUMEN

La necesidad de mejorar la conectividad interna en el campus de la Universidad Técnica de Manabí motivó esta investigación, cuyo objetivo es desarrollar una propuesta de diseño vial para una nueva vía perimetral que sirva como alternativa al recorrido existente, facilitando la conexión entre distintas áreas de la institución. Para ello, se realizó un levantamiento topográfico mediante fotogrametría con dron (Mavic 2 Pro), complementado con mediciones de alta precisión obtenidas mediante tecnología GNSS RTK. El análisis topográfico permitió caracterizar el relieve del terreno destinado a la vía, diseñada como una carretera tipo Colector IV, con una velocidad de diseño de 50 km/h. El diseño geométrico fue desarrollado en AutoCAD Civil 3D, siguiendo los lineamientos establecidos por la Norma Ecuatoriana de Carreteras (NEVI-12), tanto para el alineamiento horizontal como vertical. La caracterización del suelo, basada en estudios previos, identificó un material limoso de alta plasticidad (clasificación MH según ASTM), con un Índice de Soporte California (CBR) de 5%. La propuesta busca optimizar la circulación vehicular y mejorar la seguridad dentro del campus, al reducir la dependencia de un único eje vial de conexión. Asimismo, el uso de tecnologías avanzadas para el levantamiento y modelado topográfico aporta un enfoque metodológico innovador y replicable en otros contextos universitarios.

Palabras clave: alineamiento horizontal y vertical, levantamiento fotogramétrico, pavimento flexible, ruta perimetral

ABSTRACT

The need to improve internal connectivity on the Technical University of Manabí campus motivated this research project, which aims to develop a road design proposal for a new perimeter road that would serve as an alternative to the existing route, facilitating connections between different areas of the institution. To this end, a topographic survey was conducted using drone photogrammetry (Mavic 2 Pro), complemented by high-precision measurements obtained using RTK GNSS technology. The topographic analysis allowed for the characterization of the terrain intended for the road, designed as a Collector IV highway with a design speed of 50 km/h. The geometric design was developed in AutoCAD Civil 3D, following the guidelines established by the Ecuadorian Highway Standard (NEVI-12), for both horizontal and vertical alignment. Soil characterization, based on previous studies, identified a highly plastic silty material (ASTM classification MH), with a California Bearing Index (CBR) of 5%. The proposal seeks to optimize vehicular traffic and improve safety within the campus by reducing dependence on a single connecting road. Furthermore, the use of advanced technologies for topographic surveying and modeling provides an innovative methodological approach that can be replicated in other university contexts.

Keywords: horizontal and vertical alignment, photogrammetric survey, flexible pavement, perimeter route

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo y diseño de infraestructuras viales en las instituciones de educación superior se ha convertido en un factor crucial para promover una movilidad segura y eficiente [1]. Numerosas universidades a nivel mundial han llevado a cabo mejoras en sus sistemas viales internos con el objetivo de optimizar el flujo vehicular y mejorar la accesibilidad a sus instalaciones [2]. La necesidad de contar con una infraestructura vial adecuada en el campus universitario ha sido abordada en un estudio previo, considerando su influencia en la calidad de vida de la comunidad académica y el crecimiento que la universidad ha venido experimentando en los últimos años [3].

La Universidad Técnica de Manabí (UTM) fue creada con el objetivo de contribuir al desarrollo educativo, científico y tecnológico de la región, consolidándose como uno de los principales centros de aprendizaje en el Ecuador. En los últimos años ha experimentado un crecimiento constante, expandiendo tanto su infraestructura como su oferta académica para atender a una población estudiantil cada vez mayor [3]. Como parte de este proceso de mejoramiento, la optimización de la red vial interna se ha convertido en una necesidad para facilitar la conexión y el acceso dentro del campus.

La red vial interna de la UTM comprende vías que vinculan a distintas facultades, zonas administrativas y áreas recreativas. Sin embargo, la infraestructura existente presenta deficiencias en materia de conectividad y movimiento vehicular, lo que genera congestión en puntos críticos, especialmente en horas pico. La falta de una vía perimetral diseñada para facilitar la circulación eficiente de vehículos ha generado desafíos relacionados con la movilidad interna, impactando tanto a estudiantes como al personal administrativo y docente [4].

En este contexto, la construcción de un vial en la zona perimetral de la universidad representa una oportunidad significativa para optimizar la circulación y mejorar la seguridad vial dentro del campus [5]. Entre las ventajas principales de esta obra están la reducción de la concentración de autos, mejora en los tiempos de viaje y mitigar el efecto negativo sobre el medio ambiente en las zonas centrales de la Universidad. Además, ayudará a una mejor distribución del flujo de vehículos, con más fácil el acceso a las diferentes partes del campus [6].

Desde el punto de vista técnico, el diseño vial se basa en principios fundamentales de ingeniería de transporte, los cuales incluyen el análisis del tránsito, la evaluación de la capacidad portante del suelo y la selección de materiales adecuados para la pavimentación [7]. La aplicación de normativas vigentes, como el método AASHTO 93, garantizará la resistencia y durabilidad del pavimento, asegurando una inversión eficiente y sostenible a largo plazo [8]. Asimismo, la integración de tecnologías avanzadas, como levantamientos fotogramétricos y modelado digital, permitirían un diseño preciso y acorde a las necesidades de la universidad.

El objetivo principal de este estudio es diseñar un pavimento funcional y sostenible para el vial de acceso a la Universidad Técnica de Manabí desde la Avenida Pablo Zamora, optimizando la infraestructura vial y garantizando su eficiencia operativa. Para lograrlo, se llevarán a cabo estudios de tráfico, análisis geotécnicos y modelado geométrico del vial con el fin de desarrollar una solución técnica que mejore la movilidad y seguridad dentro del campus universitario. Con ello, se busca no solo modernizar la infraestructura de la UTM, sino también contribuir al bienestar de la comunidad académica y al desarrollo sostenible de la institución.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del proyecto se estructuró en tres fases técnicas: levantamiento topográfico, caracterización del suelo, y diseño geométrico y estructural de la vía, con el objetivo de garantizar un diseño adecuado y una implementación eficiente.

En la primera fase se realizó un levantamiento fotogramétrico mediante un dron Mavic 2 Pro, complementado con un sistema GNSS (RTK) de alta precisión. Esta combinación permitió obtener una representación detallada del área de estudio a partir de imágenes de alta resolución, lo que facilitó la identificación de posibles obstáculos y la generación de modelos digitales del terreno, fundamentales para el desarrollo del diseño geométrico de la vía [9][10].

La segunda fase consistió en la caracterización del suelo, determinando su capacidad portante a través del método CBR (California Bearing Ratio), mediante ensayos de laboratorio y pruebas de campo con el Penetrómetro Dinámico de Cono. Estas actividades fueron ejecutadas por docentes y exalumnos de la Universidad Técnica de Manabí [10]. La información obtenida fue clave para caracterizar la resistencia de la subrasante y calcular el espesor del pavimento, considerando adicionalmente factores como el volumen de tráfico, los materiales disponibles para la estructura y las condiciones de drenaje.

La tercera fase abarcó el diseño geométrico y estructural de la vía. El diseño geométrico consideró un trazado que se adaptara al entorno y cumpliera con la normativa vigente, asegurando tanto la seguridad vial como la comodidad en la circulación. Para ello, se emplearon los programas Agisoft Metashape y AutoCAD Civil 3D, mediante los cuales se generó un modelo tridimensional de la vía que permitió definir el alineamiento, radios de curvatura, pendientes y secciones transversales.

Para la clasificación del tipo de vía, se utilizó el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), conforme a las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador [11]. Según esta normativa, se clasificó como vía colectora tipo IV, correspondiente a corredores con un TPDA proyectado entre 100 y 300 vehículos diarios al final del período de diseño.

El diseño geométrico, elaborado con AutoCAD Civil 3D, tomó en cuenta las condiciones topográficas del terreno, ya que estas influyen directamente en la estabilidad estructural, el volumen de movimientos de tierra y la seguridad vial. De acuerdo con la clasificación establecida en el estudio "Diseño Geométrico de Carreteras" de J. Cárdenas [12], el terreno fue clasificado como montañoso, al presentar pendientes longitudinales entre el 3 % y el 6 %, y transversales entre el 6 % y el 12 %.

Para determinar la velocidad de diseño, se siguieron las recomendaciones de las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras [12], ajustadas al relieve del área. Dado que el terreno es montañoso y la vía corresponde a una categoría IV, se adoptó una velocidad de diseño de 50 km/h. Este valor se aplicó en el diseño del perfil longitudinal y en el dimensionamiento de los elementos de la sección transversal, así como en los componentes geométricos del proyecto.

El dimensionamiento del pavimento se realizó utilizando el método AASHTO 93, que permitió calcular los espesores de las capas estructurales en función del tráfico estimado y de las condiciones del suelo. Se evaluaron distintas alternativas de pavimentación, comparando opciones flexibles y rígidas en términos de costos, durabilidad y facilidad de mantenimiento. Finalmente, se seleccionó la alternativa más viable, considerando criterios técnicos, económicos y ambientales.

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas [13], la base debe presentar un porcentaje de desgaste por abrasión inferior al 40 % y un CBR igual o superior al 80 %; en tanto, la subbase debe tener una capacidad de soporte con un CBR igual o mayor al 30 %.

El diseño del pavimento contempla la construcción de una estructura tipo flexible, conforme a los lineamientos de la norma AASHTO 93. Este método permite determinar el Número Estructural (SN) a partir del análisis del tráfico proyectado [8]. Para ello, se emplearon los coeficientes de equivalencia estructural de espesor a_1 , a_2 y a_3 , correspondientes a las capas de superficie, base y subbase, respectivamente. En lugar de los ábacos tradicionales, estos coeficientes fueron calculados mediante ecuaciones basadas en los módulos de resiliencia de cada capa (E_1 , E_2 y E_3).

La Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimentos (AASHTO 1993) [8] establece espesores mínimos recomendados para las capas de superficie y base granular. Según el tráfico proyectado para un periodo de diseño de 15 años, se estimó un número de ejes simples equivalentes (ESAL) entre 5×10^4 y $1,5 \times 10^5$. En correspondencia con estos rangos, los espesores mínimos recomendados son de 5 cm para la capa de rodadura y 10 cm para la base granular.

El proceso de planificación también incluyó el diseño de un esquema de circulación para la nueva vía, contemplando la apertura de un nuevo punto de acceso y su integración con la red vial existente dentro del campus universitario. Se prevé que esta intervención contribuya significativamente a la reducción de la congestión vehicular y a la mejora de la movilidad interna en la Universidad.

3. RESULTADOS

Levantamiento topográfico

Antes de realizar el levantamiento topográfico, se llevó a cabo un reconocimiento del sitio de intervención con el objetivo de evaluar las condiciones del terreno, identificar posibles obstáculos y establecer puntos de referencia clave para el diseño vial. El área de estudio abarca una vía perimetral que rodea la Universidad Técnica de Manabí, cuya planificación busca optimizar la conectividad interna y el acceso a los distintos sectores de la institución. El trazado propuesto inicia con la incorporación de una rotonda estratégica, diseñada para facilitar una conexión eficiente con el ingreso principal de la universidad y sus zonas de estacionamiento (Fig. 1). Este diseño no solo mejora el flujo vehicular, sino que también contribuye significativamente a la seguridad y organización del tránsito en el entorno.

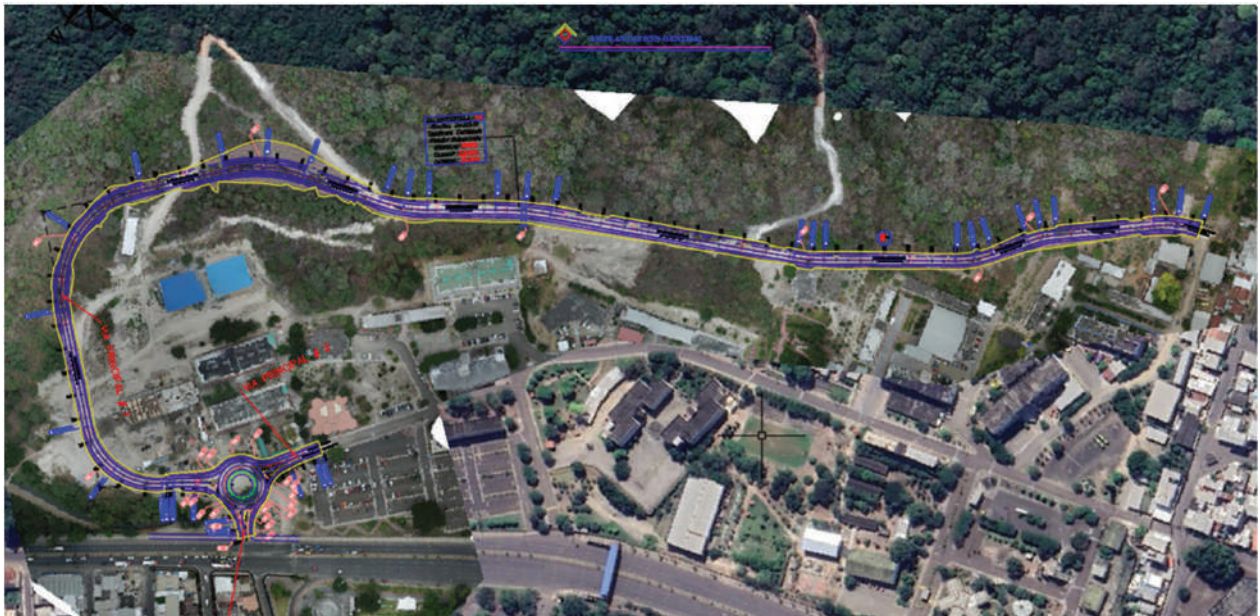


Fig. 1- Ubicación del sitio de intervención

El levantamiento topográfico se realizó mediante GNSS de alta precisión en tiempo real (RTK), lo que permitió obtener coordenadas con correcciones instantáneas, mejorando la exactitud de los datos recopilados. Este procedimiento se complementó con un levantamiento fotogramétrico utilizando un dron Mavic 2 Pro, el cual capturó imágenes aéreas de alta resolución. Posteriormente, estas imágenes fueron procesadas en el software Agisoft Metashape para generar un modelo digital de elevación (MDE), permitiendo conocer con precisión la topografía del terreno y optimizar el análisis geoespacial (Fig. 2). Con base en los datos obtenidos se determinó que la zona presenta un relieve característico de terreno montañoso.

Para garantizar la precisión del levantamiento, se ubicaron puntos de control estratégicamente a lo largo del área de estudio. Estos puntos georreferenciados funcionaron como puntos de referencia para calibrar el modelo y validar los datos adquiridos del levantamiento fotogramétrico. La integración de estas dos técnicas proporcionó una representación completa y precisa de la superficie, lo que ayudó en el proceso de toma de decisiones para la planificación del proyecto vial.

Con base en los estudios realizados por Mejía et al. [14] quienes determinaron el CBR in situ del suelo utilizando el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP), así como en los análisis de laboratorio efectuados por estudiantes y docentes, se clasificó el suelo como un material limoso de alta plasticidad, correspondiente al grupo MH según el sistema de clasificación SUCS. El valor del CBR para la subrasante se estimó en un rango de 3% a 5%, adoptándose un valor del 5% para efectos del diseño del pavimento. Se priorizaron los resultados obtenidos mediante el DCP, ya que las pruebas de laboratorio suelen arrojar valores más conservadores en comparación con los obtenidos directamente en campo [15].

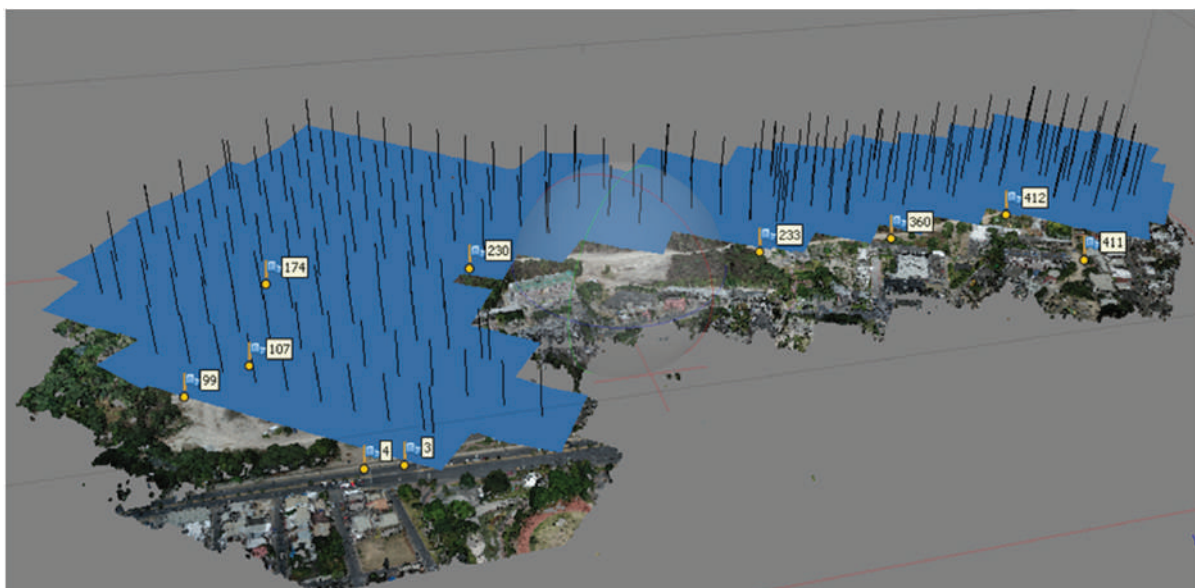


Fig. 2- Modelo digital de elevación

Tráfico (Número de ESAL's)

En el estudio de tráfico el Número de Ejes Equivalentes (ESALs), calculado mediante la metodología AASHTO 93, fue de $1,43 \times 10^5$. Para estos cálculos se consideró un período de diseño de 15 años, una tasa de crecimiento del tráfico del 1,80% y un índice de serviciabilidad final de 2,5. En los análisis correspondientes sobre el tránsito y su proyección en la zona de intervención, se clasificó la vía como una Colectora Tipo IV. En consecuencia, el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) al inicio del diseño se estimó entre 100 y 300 vehículos/día, de acuerdo con la categoría vial establecida en la normativa ecuatoriana.

Diseño geométrico de la vía

Para el desarrollo del diseño geométrico se consideraron los lineamientos establecidos en la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) y las Especificaciones Técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). Dado que el proyecto se ubica en una zona de terreno ondulado, se adoptó una velocidad de diseño de 50 km/h, conforme a lo estipulado en la normativa vigente. El trazado horizontal contempla una calzada de 7,20 m de ancho, distribuida en dos carriles de circulación. En cuanto al diseño vertical, se respetó una pendiente máxima del 10%, en cumplimiento con la NEVI-12, garantizando condiciones adecuadas de seguridad y estabilidad para el tránsito vehicular. Adicionalmente, se definió una pendiente transversal del 2% para favorecer el drenaje superficial y prevenir la acumulación de agua sobre la calzada (Fig. 3).

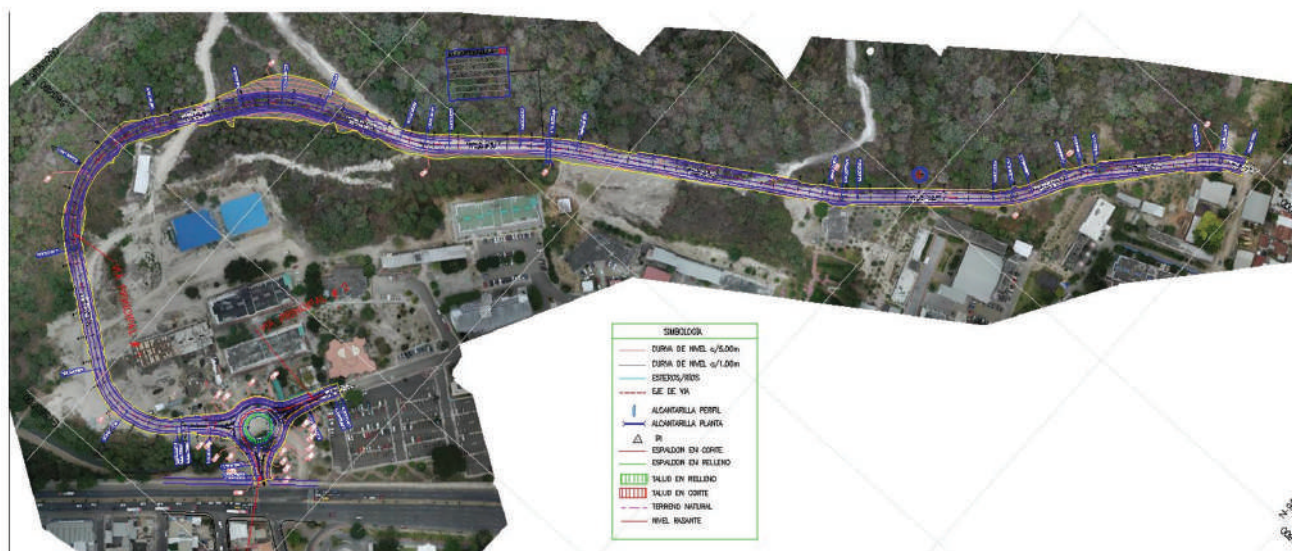


Fig. 3- Diseño horizontal final

En la Tabla 1 se presenta el diseño detallado de las curvas que conforman el trazado vial, incluyendo los radios de giro y los peraltes seleccionados para cada sección. Estos parámetros fueron definidos con base en las condiciones topográficas del terreno, la velocidad de diseño adoptada y los criterios de seguridad establecidos por la normativa NEVI-12. Para la selección de los radios de curvatura y peraltes, se consideró garantizar la estabilidad y maniobrabilidad de los vehículos, especialmente en tramos con pendientes pronunciadas, donde el riesgo de deslizamientos o pérdida de control puede incrementarse.

Tabla 1- Detalle y características de las curvas

Ubicación	Identidad de curva	Radio (m)	Delta (Δ)	Longitud (M)	Flecha (M)	Cuerda (M)	Esternal (M)	Tangente (M)
Perfil principal # 1	C1	60,00	82°02'16"	85,910	14,730	78,757	19,524	52,192
	C2	86,00	88°54'23"	133,447	24,611	120,456	34,478	84,374
	C3	120,00	32°12'20"	67,451	4,708	66,567	4,900	34,643
	C4	120,00	19°15'24"	40,331	1,690	40,142	1,715	20,358
	C5	266,72	9°58'23"	46,427	1,010	46,368	1,013	23,272
	C6	150,00	9°37'56"	25,217	0,530	25,187	0,531	12,638
	C7	90,00	20°39'14"	32,443	1,458	32,267	1,482	16,399
	C8	90,00	14°52'28"	23,365	0,757	23,299	0,764	11,749
	C9	90,00	23°31'43"	36,959	1,890	36,700	1,931	18,743
Detalles de curvaturas del redondeo - vía principal # 2 y # 3	C10	30,00	19°36'12"	10,264	0,438	10,214	0,444	5,183
	C11	20,00	61°36'04"	21,503	2,821	20,482	3,284	11,923
	C12	30,00	19°41'24"	10,310	0,442	10,259	0,448	5,206
	C13	20,00	7°55'46"	2,768	0,048	2,766	0,048	1,386
	C14	19,98	76°10'45"	26,558	4,254	24,645	5,405	15,657
	C15	20,00	6°58'44"	2,436	0,037	2,435	0,037	1,220
	C16	20,00	13°37'22"	4,755	0,141	4,744	0,142	2,389
	C17	19,98	93°15'15"	32,511	6,257	29,040	9,112	21,143
	C18	20,00	8°52'17"	3,097	0,060	3,094	0,060	1,551
	C19	335,14	6°23'06"	37,347	0,520	37,328	0,521	18,693
	C20	45,07	19°01'12"	14,960	0,619	14,892	0,628	7,550
	C21	30,00	13°20'46"	6,988	0,203	6,972	0,205	3,510
	C22	30,00	20°53'23"	10,938	0,497	10,877	0,505	5,530
	C23	20,00	25°55'11"	9,048	0,509	8,971	0,523	4,603
	C24	30,00	20°06'41"	10,530	0,461	10,476	0,468	5,320
	C25	30,00	25°13'49"	13,210	0,724	13,104	0,742	6,714
	C26	30,00	20°16'08"	10,613	0,468	10,558	0,476	5,363
	C27	77,92	5°20'06"	7,256	0,084	7,253	0,085	3,630
	C28	30,00	16°16'36"	8,522	0,302	8,494	0,305	4,290
	C29	320,50	8°26'33"	47,225	0,869	47,183	0,872	23,655
	C30	74,26	14°48'20"	19,190	0,619	19,137	0,624	9,649

En las Fig.s 4,5,6 y 7 se muestra el alineamiento horizontal y vertical correspondiente al trazado de las vías principales. Se pueden observar los perfiles longitudinales, donde se aprecian que las pendientes han sido optimizadas con el objetivo de reducir los movimientos de tierra excesivos y mejorar la eficiencia constructiva del proyecto.

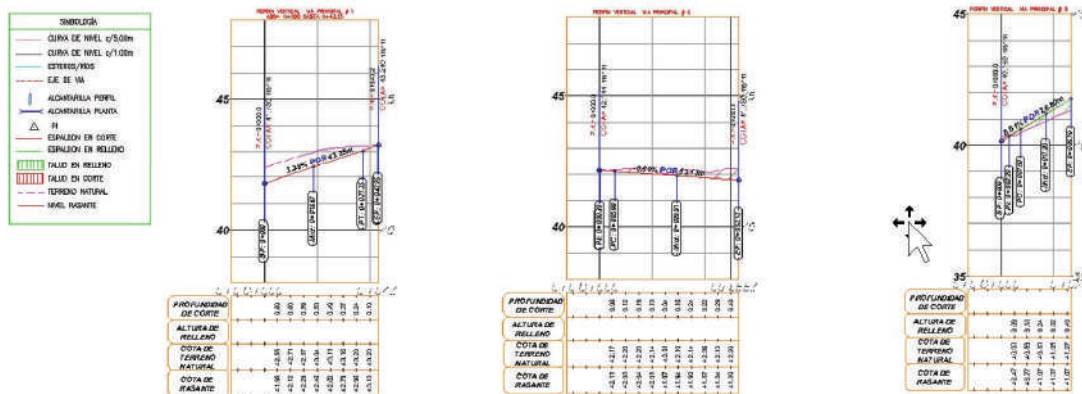
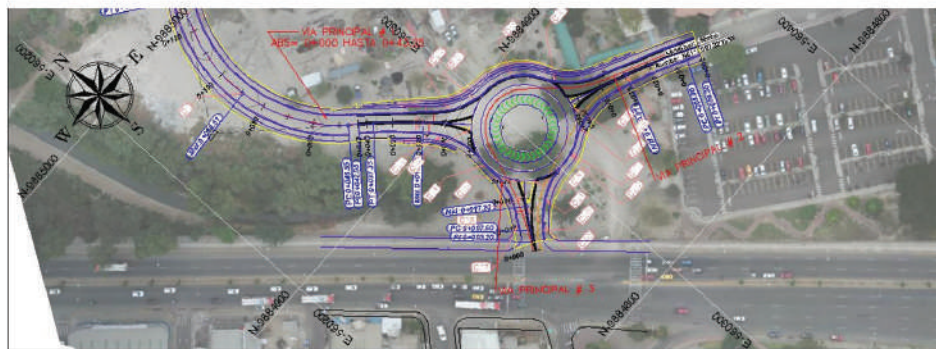


Fig. 4- Alineamiento horizontal y perfil longitudinal de los tramos iniciales de las vías principales 1, 2 y 3. Abscisas comprendidas entre 0+000 y 0+043.

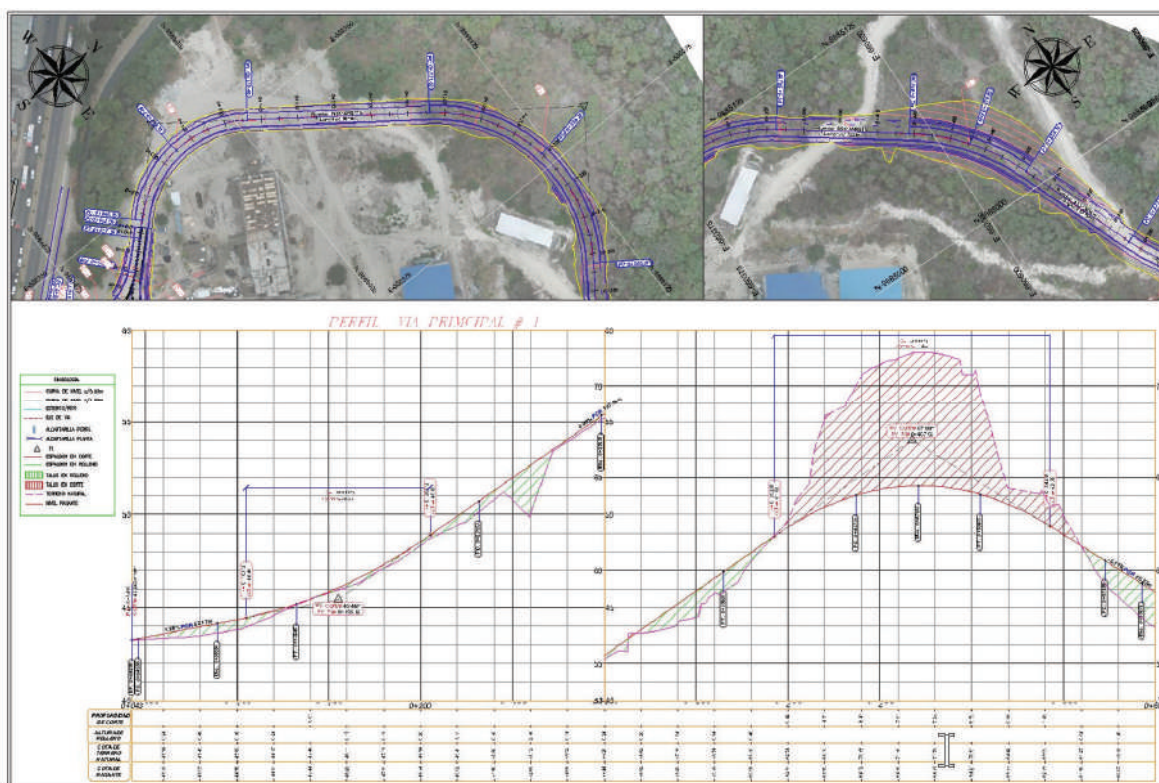


Fig. 5- Alineamiento longitudinal y vertical del tramo de vía principal # 1 desde la abscisa 0+043,25 hasta la abscisa 0+550.

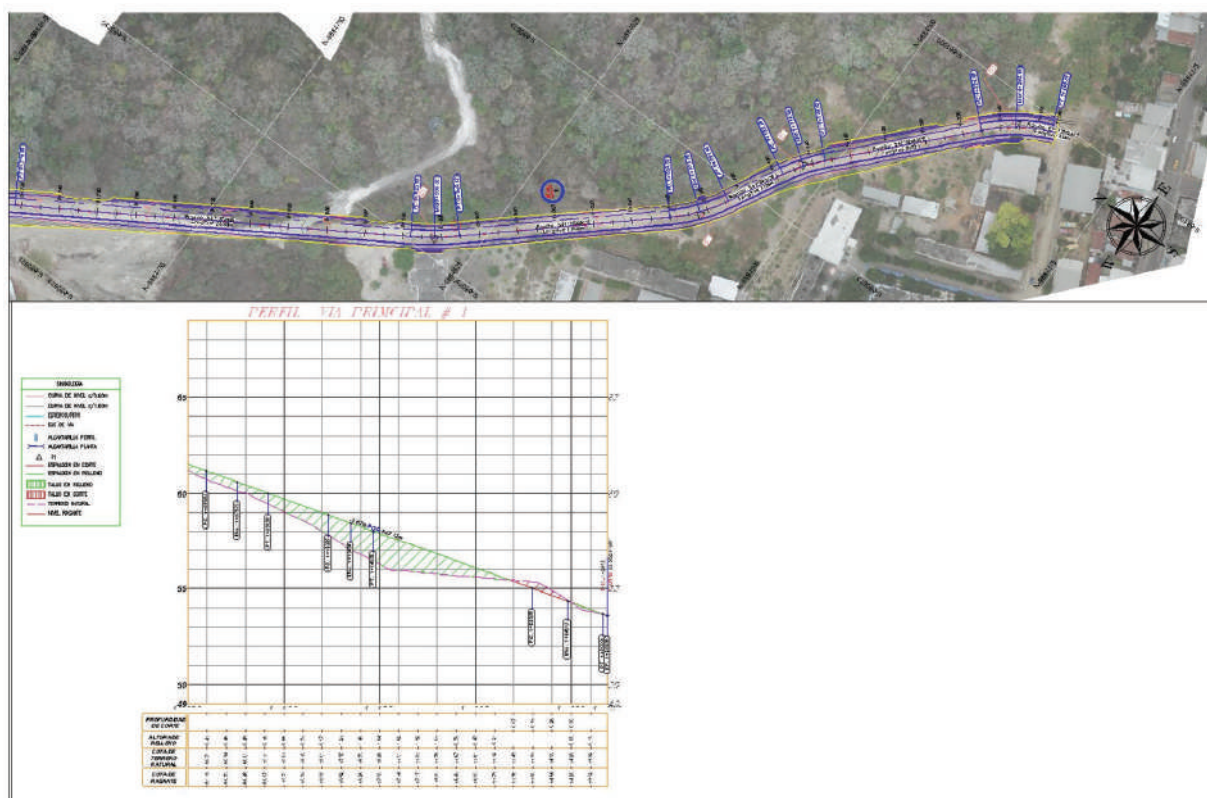
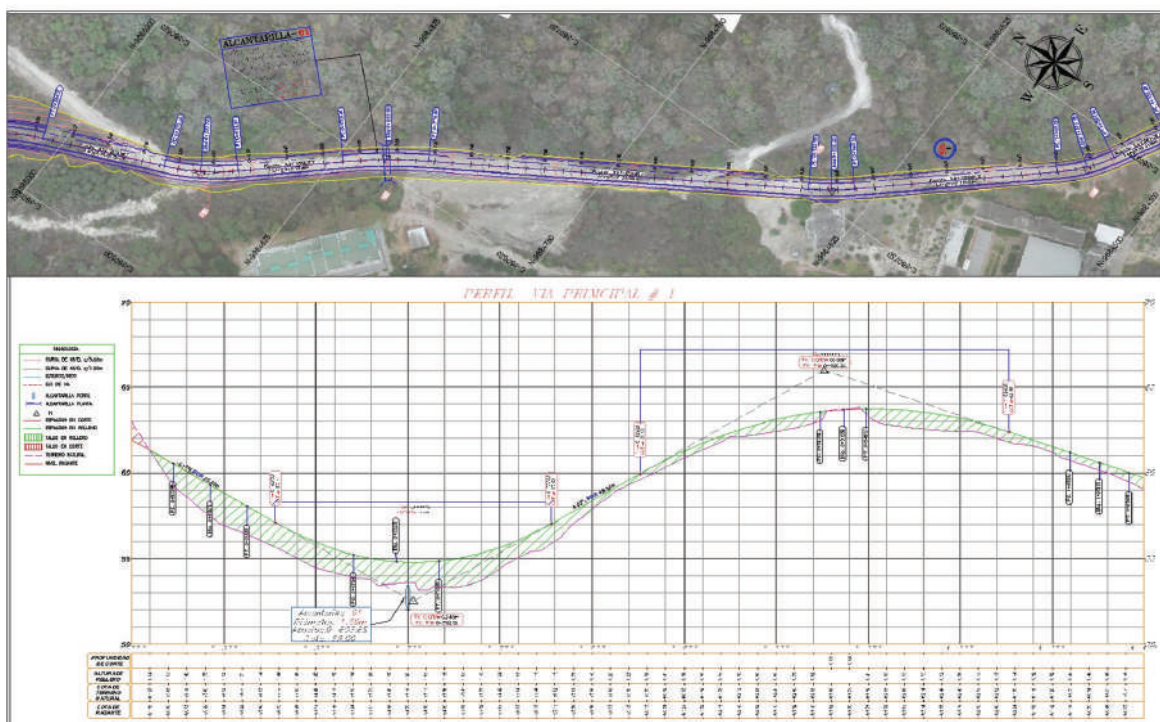


Tabla 2- Datos adquiridos

Confiabilidad	90%
Zr	-1,282
So	0,45
Po	4,2
Pt	2,5
ESAL's	143000 ejes equivalentes

Con estos datos, se calcularon los números estructurales SN con la Aplicación Web AASHTO '93, obtenidos del nomograma de diseño para pavimentos flexibles de AASHTO-93. Utilizando el respectivo Módulo resiliente de cada capa se calculan los números estructurales y también se calcularon los coeficientes a_1 , a_2 y a_3 que se presentan en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3- Resultados para determinar el paquete estructural

	CBR	Mr	SN
Base	80	295898	1,49
Subbase	30	15000	1,93
Subrasante	5	7500	2,52

Tabla 4- Coeficientes para determinar el paquete estructural

	Coeficiente		m
Superficie asfáltica	a_1	0,36	
Base	a_2	0,13	1,15
Subbase	a_3	0,11	1,15

Comprobación del Número Estructural

Tal como se explicó anteriormente, para determinar el Número Estructural se emplea una ecuación que relaciona los coeficientes estructurales, espesores y factores de drenaje de las capas del pavimento, como se muestra en la ecuación (1)

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 \quad (1)$$

Cálculo por capas estructurales

Primera capa (D_1):

Se determina el espesor mínimo requerido de la capa superior (generalmente la carpeta asfáltica) con la siguiente relación:

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

Dado que el número estructural de la primera capa es:

$$SN_{1*} = D_1 * a_1 = 3 * 0,36 = 1,08$$

El espesor propuesto de 3 pulgadas cumple con el mínimo requerido (tabla # 4), ya que:

$$D_1 \geq 4,13 \text{ pulgada}$$

Segunda capa (D_2):

Para la base granular se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_1 * m_2}$$

Sustituyendo los valores:

$$D_2 \geq \frac{2,08 - 1,08}{0,4 * 1,0}$$

Con un espesor propuesto de 6 pulgadas, se obtiene:

$$SN_2^* = D_2 * a_2 * m_2 = 6 * 0,14 * 1 = 0,93$$

Tercera capa (D_3):

Finalmente, para la subbase se emplea la siguiente fórmula:

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_2^* + SN_1^*)}{a_1 * m_3}$$

Sustituyendo:

$$D_3 \geq \frac{2,52 - (0,93 + 1,08)}{0,11 * 1,0} = 4,55$$

Se propone un espesor de 6 pulgadas, por lo que:

$$SN_3^* = D_3 * a_3 * m_3 = 6 * 0,11 * 1 = 0,66$$

Comprobación final del número estructural

Sustituyendo los valores calculados en la ecuación (1):

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 = 0,36 (3) + 0,14 (1)(6) + 0,11 (1)(6) = 2,74$$

La norma AASHTO establece que el diseño del pavimento debe garantizar que el SN proporcionado por la combinación de capas seleccionadas sea igual o superior al SN requerido. Dado que el número estructural obtenido (2,74) supera el requerido (2,52), se verifica que el diseño propuesto cumple con las especificaciones estructurales necesarias.

En el cálculo de D_1 , el valor obtenido inicialmente fue mayor al mínimo establecido. Dado que la normativa indica que una selección adecuada de espesores influye directamente en el costo de construcción y mantenimiento [14], se optó por seleccionar valores más cercanos a los mínimos recomendados, optimizando así la viabilidad económica del diseño sin comprometer su desempeño estructural.

Es importante recalcar que la ecuación para el cálculo del número estructural no tiene una única solución, ya que pueden existir múltiples combinaciones de espesores de capa que satisfacen la ecuación. En este caso, los espesores seleccionados garantizan una estructura de pavimento eficiente y económicamente viable. En la Fig. 8 se presentan los espesores del paquete estructural diseñado, así como en la tabla 4, el presupuesto de obra correspondiente.

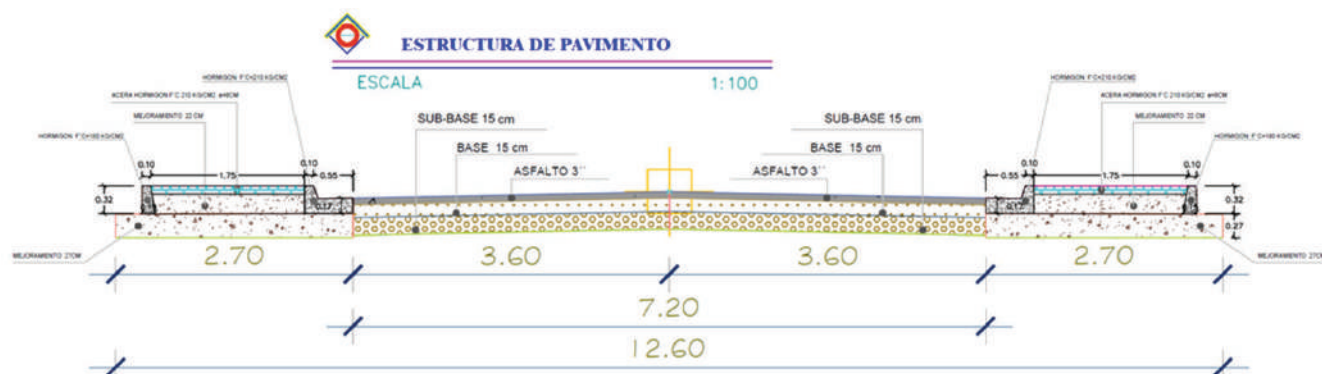


Fig. 8- Estructura de pavimento

Tabla 4- Presupuesto referencial del proyecto del vial de acceso siguiendo la ruta perimetral de la Universidad Técnica de Manabí

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
Preliminar					2 429,78
1	Replanteo y nivelación vías	m ²	24 297,81	0,10	2 429,78
Movimiento de tierra					329 965,85
2	Excavacion	m ³	20 332,77	4,21	85 523,84
3	Relle y compactacion	m ³	6 121,27	22,05	134 974,00
4	Desalojo con volquete (5-7) km con material caragado a máquina	m ³	14 211,50	7,70	109 468,00
Estructura de la via					121 451,15
5	Sub base	m ³	1 522,26	10,39	15 816,28
6	Base	m ³	1 522,26	12,65	19 256,59
7	Asfalto	m ²	3 960,00	9,16	36 273,60
8	Material de mejoramiento	m ³	3 129,09	8,46	26 472,10
	Trasporte material	m ³ -km	81 491,65	0,29	23 632,58
Obras complementaria					119 648,23
9	Bordillo interno	m	2 819,00	15,68	44 201,92
10	Bordillo externo	m	2 819,00	11,63	32 784,97
11	CONTRAPISO de h°s° f°c=180 kg/cm² e= 7cm+acero, suministro y elaboración	m ²	2 819,00	15,13	42 661,34
Obras de drenaje					6 738,60
12	Alcantarilla 1,5 diámetro h,a	m	20,00	336,93	6 738,60
Subtotal					580 233,60
Iva				15%	87 035,04
Total					667 268,65

4. CONCLUSIONES

La implementación de la vía perimetral debe contribuir a mejorar la movilidad dentro del campus universitario y reducir la congestión en las vías aledañas. Asimismo, el mejoramiento de los accesos perimetrales debe favorecer una mayor seguridad y eficiencia en el tránsito dentro de la Universidad Técnica de Manabí.

Para el desarrollo de la propuesta de diseño se utilizó un dron Mavic 2 Pro, complementado con mediciones de alta precisión mediante tecnología GNSS RTK. Esta combinación permitió llevar a cabo un levantamiento fotogramétrico detallado, lo que resultó en una considerable reducción en el tiempo de concepción del proyecto, optimizando procesos que, de otro modo, habrían sido más complejos y demandantes.

El diseño geométrico de la vía se elaboró conforme a los lineamientos establecidos en la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) y en las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras (2003), garantizando así una infraestructura funcional y segura. La selección de radios de curvatura, pendientes longitudinales y transversales, así como la velocidad de diseño adoptada, aseguran condiciones óptimas de transitabilidad y seguridad para los usuarios.

Se ha optado por una solución estructural de pavimento flexible, compuesta por una capa asfáltica de 8 cm de espesor, una base granular de 15 cm y una subbase granular de igual espesor. Esta decisión se basa principalmente en el menor costo inicial asociado a este tipo de estructura. Sin embargo, se enfatiza la necesidad de implementar un adecuado plan de mantenimiento para garantizar su buen desempeño a largo plazo y prevenir fallos prematuros en la superficie de rodadura.

El procedimiento adoptado para el diseño geométrico, que integra técnicas modernas como el levantamiento fotogramétrico mediante dron y el uso de softwares especializados, reviste especial relevancia en el contexto ecuatoriano, donde aún se trabaja en la estandarización e incorporación de estas herramientas en los proyectos viales. Además, este enfoque constituye un importante referente para los estudios de ingeniería en la Universidad Técnica de Manabí, promoviendo la aplicación de tecnologías innovadoras tanto en el ámbito académico como en el profesional.

1. Chuquiguanga M. La infraestructura vial en las teorías y enfoques del desarrollo: una síntesis desde la literatura. *Epistemia Revista Científica*. 2024; 8(1): p. 86-96. <https://orcid.org/0000-0002-8742-6607>
2. Gozzoli P, Rongrat T, Gozzoli R. Design thinking and urban community Development: East Bangkok. *Sustainability*. 2022; 14(7): p. 4117. <https://doi.org/10.3390/su14074117>
3. Universidad Técnica de Manabí. Historia y evolución de la UTM.; 2021. <https://www.utm.edu.ec/la-universidad/nuestra-universidad/historia>
4. Gobierno Autónomo Descentralizado de Manabí. Plan de desarrollo territorial y movilidad urbana.; 2020. https://www.manabi.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/PDOT_Manabi_2021-2030_Borrador.pdf
5. Cafiso S, Di Graziano A, Marchetta V, Pappalardo G. Urban road pavements monitoring and assessment using bike and e-scooter as probe vehicles. *Case Studies in Construction Materials*. 2022; 16: p. e00889. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00889>
6. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Manual de Diseño de Carreteras y Normativas Viales en Ecuador. Quito, Ecuador. ; 2019. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf
7. Tsigdinos S, Tzouras P, Bakogiannis E, Kepaptsoglou K, Nikitas A. The future urban road: A systematic literature review-enhanced Q-method study with experts. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2022; 102: p. 103158. https://pure.hud.ac.uk/ws/portalfiles/portal/41862661/manuscript_tsigdinos_et al future urban road.pdf
8. AASHTO. Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.; 1993. <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
9. Guaneme G. Apoyo técnico en levantamientos topográficos, fotogramétricos y participación en BIM.; 2023. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/00d8dc23-28cd-42b2-9053-34b4cf010ccc/content>
10. Ortiz N. Implementación de drones y autocad 3D para la generación de diseño geométrico de vías y el cálculo de movimientos de tierra. ; 2024. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/091e9b73-44fe-436b-9540-0a6c4a12a813>
11. MTOP. Normas de Diseño Geométrico de Carreteras.; 2003. https://snavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf
12. Cárdenas J. Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá; 2013. https://www.academia.edu/41350934/Diseño_Goemétrico_de_Carreteras_James_Cárdenas_Grisales
13. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP. Quito; 2013. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf
14. Mejía C, Gilces J, Ortiz E, García J. Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de Valor de Soporte de California (CBR) y Cono Dinámico de Penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí. *RIEMAT*. 2019; 4(2): p. 78-83. <https://doi.org/10.33936/riemat.v4i2.2491>
15. Delgado, R. Diseño vial urbano del pavimento para mejorar la movilidad en las calles de la ciudadela El Bosque comuna Bajos del Pechiche cantón Montecristi. 2024. <https://repository.unesum.edu.ec/handle/53000/6547?mode=simple>