

# Ampliación Y Diseño Geométrico De La Vía Alternativa S/N, Que Comprende Desde El Sitio El Corral Viejo Hasta La Parroquia El Retiro

Expansion And Geometric Design Of The Vía Alternativa S/N, Which Runs From The Site El Corral Viejo To The Parroquia El Retiro

## Autores

**Bryan Vinicio Rogel Ochoa<sup>1</sup>, Erwin Javier Oyola Estrada<sup>2</sup>, Leyden Oswaldo Carrión Romero<sup>3</sup>, Elsi América Romero Valdiviezo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ingeniería Civil, Machala, Ecuador  
email: [brogel\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:brogel_est@utmachala.edu.ec)

<sup>2</sup> Ingeniero Civil. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ingeniería Civil, Machala, Ecuador  
email: [eoyolat@utmachala.edu.ec](mailto:eoyolat@utmachala.edu.ec)

<sup>3</sup> Ingeniero Civil. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ingeniería Civil, Machala, Ecuador  
email: [locarrion@utmachala.edu.ec](mailto:locarrion@utmachala.edu.ec)

<sup>4</sup> Ingeniero Civil. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ingeniería Civil, Machala, Ecuador  
email: [eromero@utmachala.edu.ec](mailto:eromero@utmachala.edu.ec)

## RESUMEN

*El presente proyecto presenta una propuesta del diseño y trazado geométrico de la vía alternativa ubicada en el cantón Machala, que comprende desde el sitio El Corral Viejo hasta la parroquia El Retiro, debido a que es una arteria importante que permite el ingreso a los cantones Machala, El Guabo y Pasaje. Esta vía actualmente se encuentra en pésimas condiciones, es vía de tierra -guardarraya-, y por su geometría irregular es susceptible a daños temporales en época de invierno. Lo que provoca malestar constante para los residentes que a diario tienen que movilizarse por este sector.*

*Para el desarrollo de la propuesta se ha realizado un levantamiento de información a través de equipos topográficos. Posteriormente se realizó un estudio de aforo vehicular para determinar el tipo de vía que en este caso corresponde a una de cuarto orden. Así mismo se realizó el estudio y ensayo de laboratorio y el procesamiento de datos obtenidos en los softwares especializados. Con estos resultados el diseño de la vía está basado en la normativa vial vigente en nuestro medio y el paquete estructural del diseño es de pavimento flexible; con la ayuda del software Microsoft Project se ha definido cada rubro y determinado un periodo de 128 días para la ejecución de la obra.*

*De esta manera, con esta propuesta se resuelve una problemática de transporte y movilidad existente que afecta a toda una comunidad y limita el desarrollo económico y productivo de la zona.*

**Palabras claves:** *pavimento flexible, aforo vehicular, trazado geométrico, levantamiento topográfico.*

## ABSTRACT

*This project presents a proposal for the design and geometric layout of the alternate road located in the Machala canton, which ranges from the El Corral Viejo site to the El Retiro parish, because it is an important artery that allows entry to the Machala cantons. , El Guabo and Passage. This road is currently in terrible condition, it is a dirt road -guardarraya-, and due to its irregular geometry it is susceptible to temporary damage in winter. This causes constant discomfort for residents who have to move around this sector on a daily basis.*

*For the development of the proposal, a survey of information has been carried out through topographic equipment. Subsequently, a study of vehicle capacity was carried out to determine the type of road, which in this case corresponds to a fourth order. Likewise, the study and laboratory test and the processing of data obtained in specialized software were carried out. With these results, the design of the road is based on the current road regulations in our environment and the structural package of the design is flexible pavement; With the help of Microsoft Project software, each item has been defined and a period of 128 days has been determined for the execution of the work.*

*In this way, with this proposal an existing transport and mobility problem that affects an entire community and limits the economic and productive development of the area is resolved.*

**Keywords:** *flexible pavement, vehicle capacity*

**Nota Editorial:** Recibido: Noviembre 2022 Aceptado: Marzo 2023

# 1. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial de un país promueve el desarrollo productivo, económico y social del mismo mejorando así la calidad de vida sus habitantes. Por esta razón es importante que estas infraestructuras se encuentren en óptimas condiciones para satisfacer las necesidades de los beneficiarios.

El diseño geométrico de una carretera es la parte primordial del enfoque de los proyectos viales, debido a que en esta parte se establece la distribución geométrica de la vía teniendo como objetivo la eficiencia, seguridad, comodidad, visibilidad económica, incluyendo la sostenibilidad y sustentabilidad de la misma.

Dentro de Ecuador la infraestructura vial, mantiene un historial de afectaciones constantes generadas por factores climáticos, estas afectaciones pueden ser: colapso de puentes y caminos, asentamientos, deslizamientos, etc. Estas afectaciones inciden directamente en el desarrollo socioeconómico del país generando pobres condiciones de vida y limitando el acceso a bienes, productos y servicios viales garantizados por la constitución [1].

Esta problemática es la que se vive en la vía alterna s/n que abarca desde el sitio corral viejo hasta la parroquia el retiro. Que pese a ser una vía alterna solo de tierra (guardarraya), es una arteria importante que permite el ingreso a los cantones machala, el guabo y pasaje, además que es utilizada para el transporte de banano de exportación y demás productos agrícolas que promueven la economía del sector.

Esta vía está actualmente diseñada para el paso de un solo vehículo, es decir, un solo carril lo que provoca malestar cuando se encuentran dos vehículos en sentido contrario, obligando a uno de estos a orillarse para permitir el paso del otro automotor. Además, que al ser de tierra en época de invierno se ve gravemente afectada y muchas de las veces los moradores tienen que disponer de sus recursos para dar soluciones momentáneas como la contratación de maquinarias para nivelar y expandir material pétreo que permita la normal circulación.

Con estos antecedentes, este proyecto técnico tiene como finalidad proponer la “ampliación y diseño geométrico de la vía alterna s/n que comprende desde el sitio el corral viejo hasta la parroquia el retiro”. De modo que se logre un impacto positivo en las actividades económicas y sociales del sector que al contar con ampliación dos carriles y asfaltado de vía van a mejorar visiblemente su calidad de vida.

Disminuyendo los efectos provocados por las infraestructuras viales que se presenta de manera directa: su nivel de servicio, funcionalidad, accesibilidad y conectividad. Mediante la presentación y análisis de un proyecto vial [2].

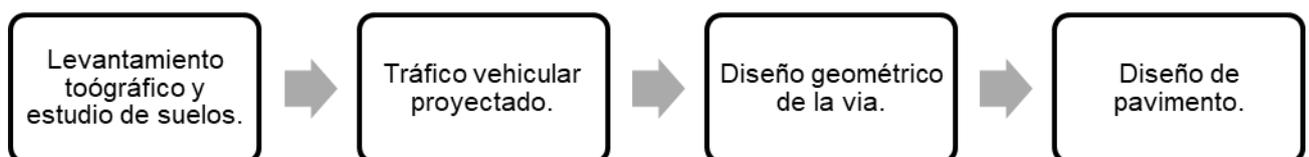
Este proyecto cuenta con tres capítulos descritos de la siguiente manera:

Capítulo 1: problemática, justificación del proyecto, objetivo general y específicos, y demás criterios de diseño de la vía

Capítulo 2: se detalla el levantamiento de información, estudios de ingeniería, ensayos de laboratorio y análisis de las posibles soluciones, teniendo en cuenta las normas técnicas viales del país.

Capítulo 3: esta última sección contiene la memoria técnica y procedimientos necesarios para completar el diseño del proyecto con su respectiva elaboración de planos.

El proyecto presentado está ubicado en la ciudad de machala en la vía alterna s/n que comprende desde el sitio el corral viejo hasta la parroquia el retiro en la provincia de el oro (abscisa 0+00 – 3+000) y para su desarrollo se han realizado diferentes actividades que van desde el levantamiento de información hasta el diseño definitivo de la propuesta. Las mismas que se detallan en la figura 1.



**Fig. 1:** Desarrollo del proyecto

## 2. DESARROLLO

- *Levantamiento topográfico*

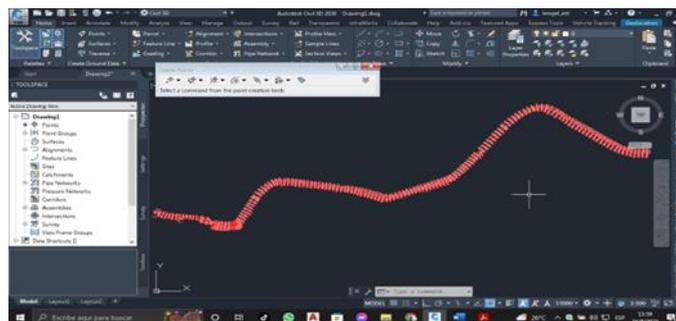
La topografía es la ciencia y el arte de realizar las mediciones necesarias para determinar la posición relativa de puntos sobre, en, o debajo de la superficie terrestre, así como para situar puntos en una posición concreta [3].

Previo al levantamiento topográfico se realizó un reconocimiento del sitio donde se va a intervenir, ciudad de Machala, parroquia El Retiro, que comprende el tramo inicial de la vía que lindera los límites de ingreso al puente metálico del cantón Santa Rosa, en el sector Corral Viejo partiendo de la abscisa 0+000 hasta el sitio El Porvenir 1 y 2 llegando a la abscisa 3+00. Tal y como se muestra en las figuras 2 y 3 del siguiente apartado..



**Fig. 2:** Ubicación del sitio de intervención por medio de Google Earth

El levantamiento topográfico de este proyecto se realizó mediante de una estación total SOKKIA CX-105 y los puntos fueron ingresados en el software especializado Civil 3D, esta actividad fue de suma importancia para determinar los criterios específicos para el diseño final de la vía de intervención.



**Fig. 3:** Puntos del levantamiento ingresados al software Civil 3D

Una vez realizado el levantamiento topográfico se procedió a la extracción de muestras de 6 calicatas de 0,50 m, 1,00 m y 1,50 m de profundidad para obtener los resultados de las propiedades físico mecánicas del suelo estudiado de la subrasante. Las calicatas se extrajeron a un costado de la vía ya que no se las pudo realizar en su eje debido a la circulación de vehículos en dicha vía. En la figura 4 se detallan los puntos de extracción de calicatas en la vía de intervención y la figura 6 evidencia las muestras extraídas.



**Fig. 4:** Puntos de ubicación de la extracción de calicatas



**Fig. 6:** Memoria fotográfica de la extracción de calicatas

Posteriormente se realizaron las pruebas y ensayos correspondientes a cada muestra obtenida de cada uno de los estratos. De esta manera se realizaron las pruebas de laboratorio indicadas y luego estas muestras fueron clasificadas según la norma AASTHO. En los ensayos de laboratorio se utilizaron las normas INEM y ASTM.

#### *Estudio de suelos*

Los ensayos de laboratorio realizados fueron con Proctor modificado de acuerdo a lo especificado por la norma AASHTO T-180 – MÉTODO C, el CBR se realizó a 1.5 m de profundidad en cada calicata extraída. Con el análisis de las muestras de las calicatas extraídas se identificó el material que conforma la subrasante, con lo que se determinó que el paquete estructural del diseño de pavimento debe ser tipo flexible para la vía de intervención. A continuación, en la tabla 1 se muestra una tabla de resumen de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio con su respectivo CBR al 100%, su densidad seca máxima y humedad óptima.

**Tabla 1:** Resumen de los ensayos realizados a la subrasante

CALICAT A	HUMEDA D ÓPTIMA (%)	DENSIDA D SECA MAX.	CBR AL 100%
1	13,05	1,81	3,88
2	11,53	1,85	8,45
3	13,21	1,86	8,93
4	11,43	1,84	4,89
5	11,41	1,82	5,93
6	13,16	1,81	5,62

Luego de realizar los ensayos se pudo determinar las características de cada calicata para poder determinar el CBR de diseño para el pavimento flexible. Al momento de extraer las calicatas se pudo notar que, en campo a lo largo de la vía era el mismo material por ende se pudo haber extraído menos calicatas para hacer el sondeo. Sin embargo, para tener una mayor precisión con la interpretación de los datos para el diseño de pavimento flexible, se tomaron muestras cada 500 m como se indica en la norma, para poder realizar el estudio de suelo correctamente.

#### *Tráfico vehicular proyectado*

En el Ecuador, el método más utilizado para medir el volumen de tránsito es el tráfico promedio diario anual (TPDA), sin embargo, para obtener datos más precisos, es necesario una estación de conteo permanente, que permita conocer todas las variaciones que se presentaron durante el año. Esta cantidad se puede calibrar y ajustar de acuerdo con los datos obtenidos de las estaciones permanentes, o de acuerdo con varios factores, como el consumo de gasolina y otros factores que están en constante cambio.

Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = Tp + TD + Td + TG \text{ [Ec.1]}$$

Donde:

$$TD = \text{Tráfico desarrollado} = \text{Tráfico proyectado} = \text{Tráfico desviado} = \text{Tráfico generado}$$

El estudio de aforo vehicular durante un período semanal, de lunes a domingo, 12 horas diarias desde las 6 am a 18 pm, este aforo se lo realizó en el trayecto de la primera semana de julio del presente año en curso, los valores obtenidos del cálculo total para el vehículo de diseño se presenta en la tabla 2 y 3.

**Tabla 3:** Cálculo del total de vehículos de diseño

CALCULO TOTAL DE VEHÍCULOS DE DISEÑO				
Tipo de vehículo		Tráfico total	Factor de conversión	Vehículo de diseño
<b>Pesados</b>	Buses	0	1	0
	Camiones	55	1,5	82,5
	Tráiler	8	2,5	20
<b>Livianos</b>		142	0,5	71
				<b>173,5</b>

Resultado del conteo:

$$TA = \frac{173,5}{7}$$
$$TA = 24,79 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Tráfico proyectado TP:

$$Tp = TA * (1 + i)^n \quad [\text{Ec.2}]$$

Donde:

$$i = \text{tasa de crecimiento}$$
$$n = \text{período expresado en años}$$

La determinación del valor de la tasa de crecimiento, el MTOP ha llevado realizando estudios partir del año 1963, lo que ha concluido que para nuestro país la tasa varía entre un 5 y 7%. En el diseño de este proyecto se opta por el 5% de la tasa de crecimiento y una predicción de tráfico de 20 años.

$$i = 5\% \approx 0,05$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$Tp = 24,79 * (1 + 0,05)^{20}$$

$$Tp = 65,78 \text{ vehículos}$$

Tráfico de desarrollo TD:

$$TD = TA * (1 + i)^{n-3} \quad [\text{Ec.3}]$$

$$TD = 24,79 * (1 + 0,05)^{20-3}$$

$$TD = 56,82 \text{ vehículos}$$

Tráfico desviado TD:

$$Td = 0,20 * (Tp + TD) \quad [\text{Ec.4}]$$

$$Td = 0,20 * (65,78 + 56,82)$$

$$Td = 24,52 \text{ vehículos}$$

Tráfico generado TG:

$$TG = 0,25 * (Tp + TD) \quad [Ec.5]$$

$$TG = 0,25 * (65,78 + 56,82)$$

$$TG = 30,65 \text{ veh\u00edculos}$$

Tr\u00e1fico promedio diario anual TPDA:

$$TPDA = Tp + TD + Td + TG \quad [Ec.6]$$

$$TPDA = 65,78 + 56,82 + 24,52 + 30,65$$

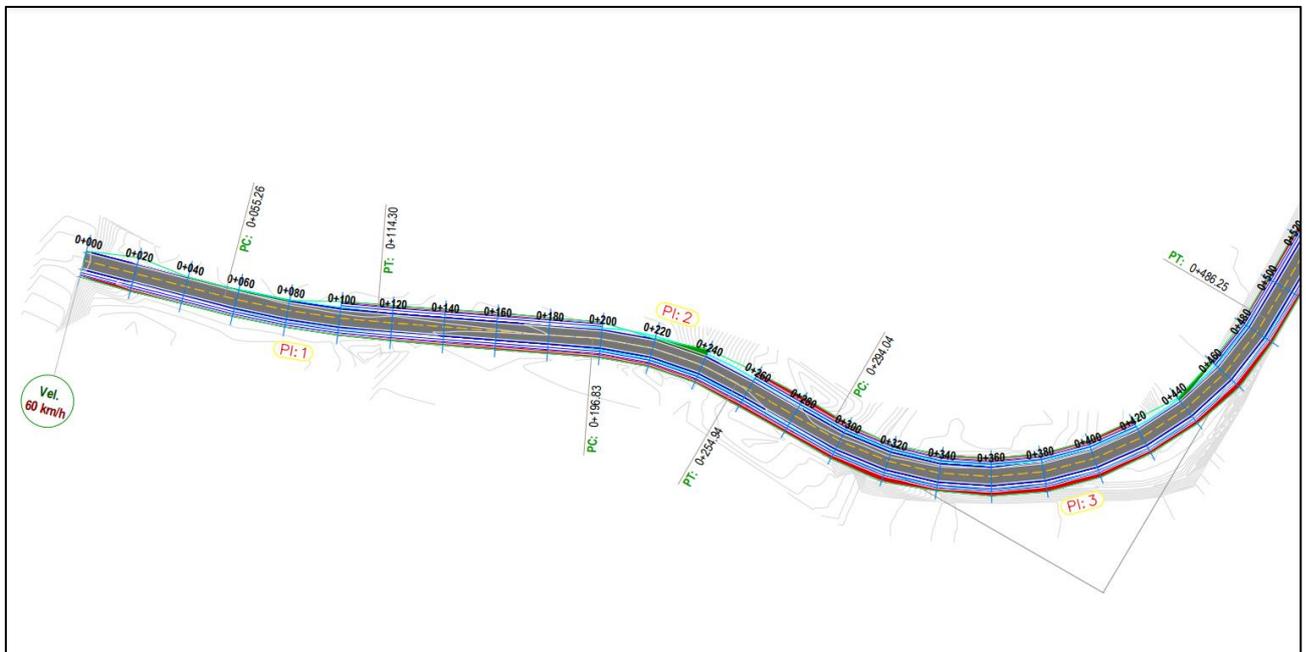
$$TPDA = 177,77 \text{ veh\u00edculos}$$

$$TPDA = 178 \text{ veh\u00edculos}$$

Con el aforo realizado se identific\u00f3 en que categor\u00eda se encuentra la v\u00eda, esta pertenece a una v\u00eda de "Cuarto Orden", indicando su tr\u00e1fico proyectado de 100 a 300 veh\u00edculos que se proyecta anualmente basado en la formula del TPDA.

#### Dise\u00f1o geom\u00e9trico de la v\u00eda

El desarrollo y construcci\u00f3n de la v\u00eda alterna de ingreso a la parroquia El Retiro, beneficiar\u00e1 a los productores agr\u00edcolas de la zona y familias que habitan en los sectores aleda\u00f1os, podr\u00e1n desplazarse continuamente y transportar con seguridad sus productos agr\u00edcolas. El dise\u00f1o geom\u00e9trico de la v\u00eda realiz\u00f3 en el software especializado Civil 3D y AutoCAD en el que se importaron los puntos del levantamiento topogr\u00e1fico utilizando una escala de 1:1500, posterior a esto se gener\u00f3 el modelo digital del terreno y finalmente se dise\u00f1\u00f3 el prototipo como se puede apreciar en la figura 7.



**Fig.7:** Dise\u00f1o final de la v\u00eda

Por otro lado, para el dise\u00f1o de las curvas se utiliz\u00f3 una escala 1:2000 respetando los perfiles y valores m\u00e1ximos de velocidad previstos, en total son 8 curvas las del tramo se ha dise\u00f1ado y los valores de cada elemento est\u00e1n descritos en la tabla de elementos de curva que se puede apreciar en la figura 8 a continuaci\u00f3n:

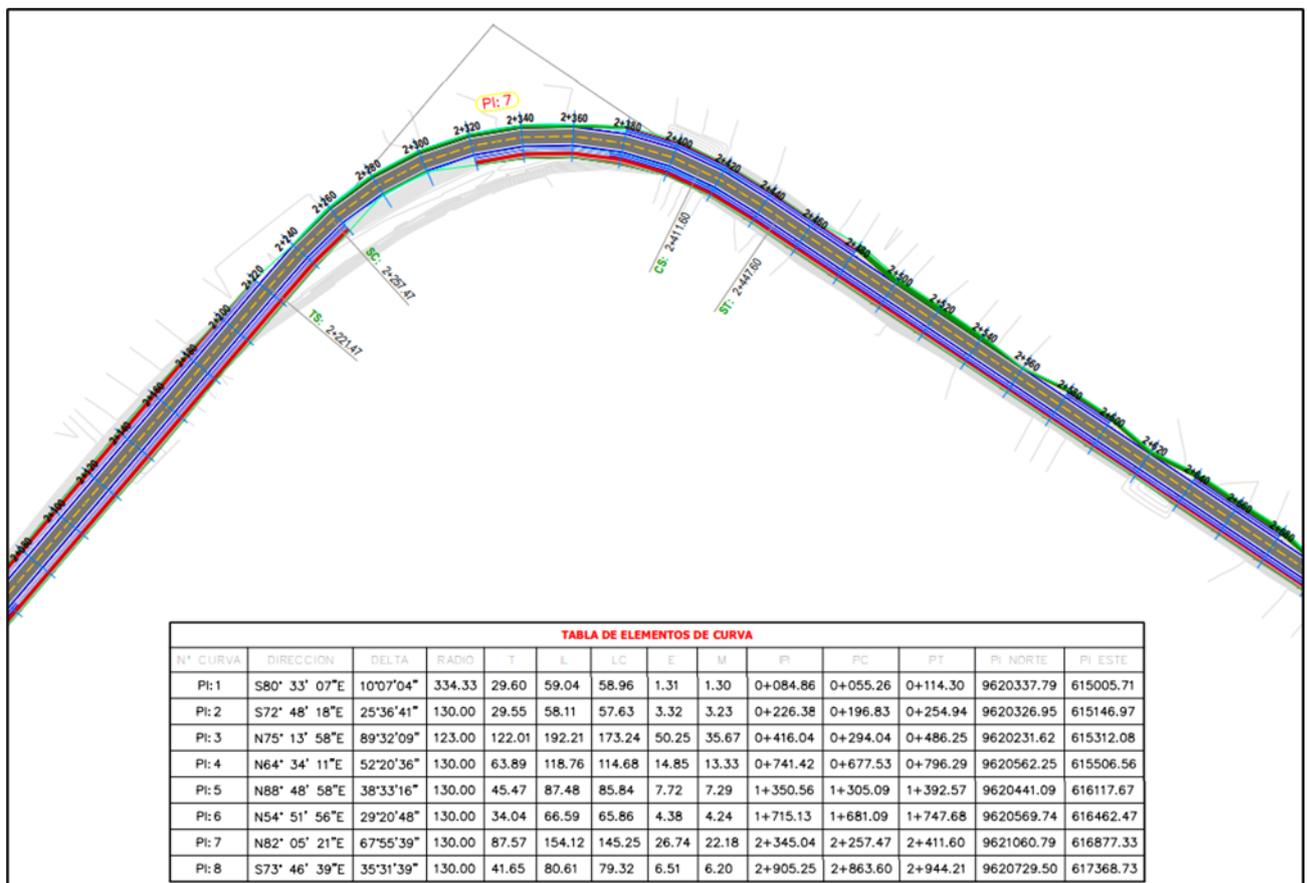


Fig. 8: Diseño de curvas

#### Diseño de pavimento

Para definir las estructuras del pavimento se toma las siguientes consideraciones que son funcional y estructural, el primero es la parte fundamental de proyecto acorde a la velocidad que se está diseñando, los costos de mantenimiento y la seguridad vial, para determinar la seguridad de las carreteras de doble calzada podemos hacerlo mediante un análisis de consistencia de diseño [4].

Así mismo, para determinar el dimensionamiento de la estructura del pavimento flexible, se diseña en base a la normativa AASTHO y se comprueban los espesores de la misma mediante un análisis matemático y con la interpretación de ábacos. Los CBR estudiados de la vía son variables (ver tabla 1) y procedemos a sacar nuestro CBR al 80% y nuestro respectivo MR, los resultados de este se presentan a continuación en la tabla 4.

Tabla 4: CBR de diseño 80%

CBR DE DISEÑO 80%	MR 1500(CBR)
5,9	8850 psi

Clasificación de subrasante de acuerdo al CBR: luego de haber identificado el CBR de la subrasante, se puede identificar en la tabla 5 que es una subrasante mala, por lo tanto, se procede analizar el material de mejoramiento en laboratorio con los respectivos ensayos para determinar las características que se van a colocar en la vía.

Tabla 5: Clasificación de Sub-Rasante

CBR	CLASIFICACIÓN
0-5	SUB-RASANTE MUY MALA
5-10	SUB-RASANTE MALA
10-20	SUB-RASANTE REGULAR A BUENA
20-30	SUB-RASANTE MUY BUENA
30-50	SUB-BASE BUENA
50-80	BASE BUENA
80-100	BASE MUY BUENA

Con este antecedente en la tabla 6 se presenta un resumen de los ensayos de laboratorio realizados al material de mejoramiento de la cantera Beltrán, ubicado en la parroquia La Avanzada de la provincia del El Oro del Cantón Santa Rosa.

**Tabla 6:** Resumen de los datos obtenidos en laboratorio de la cantera de Beltrán.

MATERIAL	CLASIFICACIÓN N AASHTO	CH (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	DENSIDAD AD MAXIMA A SECA DEL SUELO	CBR%
BASE	A-2-4	8,69	18,6	15,73	2,87	2210	81,6
SUB-BASE	A-2-4	7,25	23,7	19,21	4,49	2131	67,58

Luego de haber obtenido estos datos se procedió a determinar los coeficientes estructurales para el diseño del pavimento flexible con su respectivo Mr. El coeficiente estructural y su módulo resiliente del material de subbase con su respectivo CBR de 67,85%.

El coeficiente estructural a2 se analiza el CBR de base=81,60%

Obtenemos un a2=0,132 y Mr=28500.

Ecuación para espesores de capa estructural es:

$$SN = a1 * D1 + a2 * m2 * D2 + a3 * m3 * D3$$

Donde:

- a1, a2, a3, son los coeficientes estructurales o los espesores de capa en pulgadas
- m2, m3, son los coeficientes de drenaje de base y subbase respectivamente.
- D1, D2, D3, son los espesores de capas en pulgadas.

Una vez conocidos los resultados de caracterización de la subrasante y el espesor del material de mejoramiento de la cantera Beltrán se procedió a realizar los cálculos para determinar los valores del paquete estructural, los mismos que se detallan en las tablas de resumen 7 y 8 respectivamente.

**Tabla 7:** Resumen de resultados para determinar el paquete estructural

	CBR	Mr	SN
SUB-RASANTE	5,90	8850	2,80
SUB-BASE CLASE 3	67,85	18500	1,80
BASE CLASE 4	81,60	28500	0,90

**Tabla 8:** Resumen de resultados para determinar el paquete estructural

	a	m	
a1	0,43		CAPA DE RODADURA
a3	0,13	1,01	SUB-BASE CLASE 3
a2	0,132	1,22	BASE CLASE 4

Se realizó la ecuación de comprobación para asegurar la validez de los datos que se obtuvo y posteriormente quedó determinado el valor de los espesores del paquete estructural con el que se va a construir el proyecto vial. Estos valores se muestran en la tabla 9 y están representados gráficamente en la figura 7 que se muestra a continuación:

### Comprobación del número estructural

$$SN_1 + SN_2 + SN_3 = SN = 2,85$$

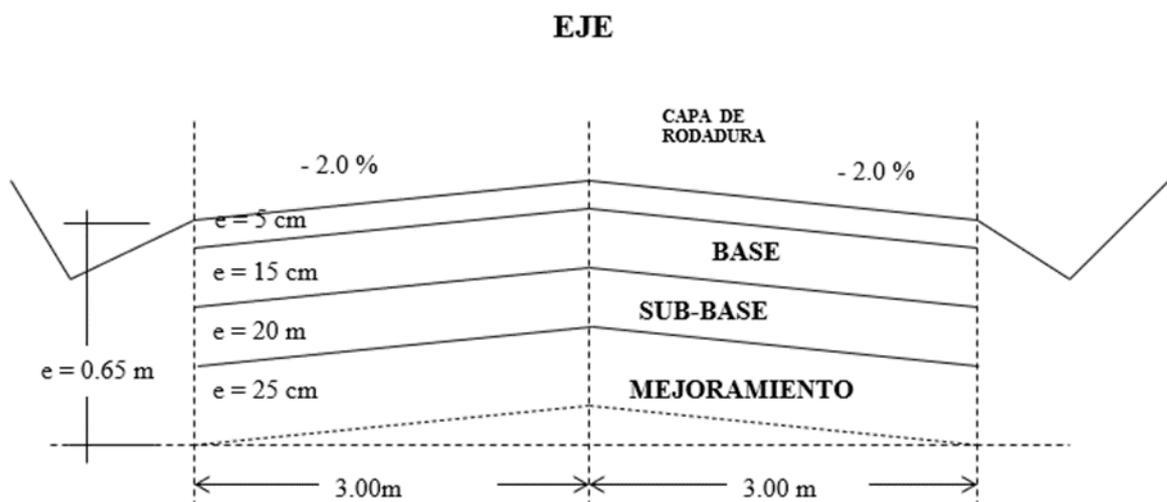
$$NE = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 = 2,85$$

<b>D1:</b>	$D_1 \geq SN_1 / a_1$ $D_1 \geq 2,09$ $D_1 = 2,09 = 2 \text{ pulg}$ $SN_1 = D_1 * a_1$ $SN_1 = 0,9$
<b>D2</b>	$D_2 \geq (SN_2 - SN_1) / (a_2 * m_2)$ $D_2 \geq 5,59$ $D_2 = 5,59 = 6 \text{ pulg}$ $SN_2 = D_2 * (a_2 * m_2)$ $SN_2 = 0,90$
<b>D3</b>	$D_3 \geq SN_3 - (SN_2 + SN_1) / (a_3 * m_3)$ $D_3 \geq 7,62$ $D_3 \geq 8 = 8 \text{ pulg}$ $SN_3 = D_3 * (a_3 * m_3)$ $SN_3 = 1,05$

**Tabla 9:** Resumen de espesores del paquete estructural.

Capa de Rodadura	2	pulg	5	cm
Base	6	pulg	15	cm
Sub - base	8	pulg	20	cm
Mejoramiento	10	pulg	25	cm
<b>Total, paquete estructural</b>	<b>16</b>	<b>pulg</b>	<b>40</b>	<b>cm</b>

### Diseño de espesores:



**Figura 7:** Diseño de espesores

## 2. CONCLUSIONES

Para la presentación de la propuesta de este proyecto se realizaron actividades como el levantamiento de información, toma de muestras de 6 calicatas, para conocer el estado y necesidades físicas del terreno, los ensayos de laboratorio determinaron que las características del suelo no cumplen con los requerimientos de la normativa vigente por lo que se realizó un estudio del material de mejoramiento de la cantera Beltrán para colocarlo en la vía en las diferentes capas estructurales de rodadura. Así mismo, con el aforo vehicular se determinó que la vía se encuentra en una categoría de “cuarto orden” y se propone la ampliación para dos carriles con un paquete estructural de pavimento flexible. La propuesta de ampliación y diseño vial ayudará a potenciar el desarrollo agrícola de sector, aumentando la seguridad, movilidad, economía y calidad de vida de sus habitantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. Proaño, S. Quiñonez, J. Molina y G. Mejía, «Desarrollo económico local en Ecuador relación entre producto interno bruto y sectores económicos,» Revista de ciencias sociales, vol. 25, nº 1, pp. 82-98, 2019.
2. B. Patiño, «Proyectos de infraestructura Vial e integración territorial. Las vías 4G en las subregiones escenarios del post-conflicto en antioquia,» Revista Bitácora Urbano Territorial , vol. 26, nº 2, pp. 79-86, 2018.
3. O. Del Rio Santana, F. Gómez, N. López, J. Saenz y A. Espinoza, «Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de drones,» Revista de arquitectura e ingeniería, vol. 14, nº 2, pp. 1-10, 2020.
4. Y. Ramírez, B. Zárate, S. Segarra y J. González, «Variación Diaria y Horaria de la Velocidad de Operación en Carreteras Rurales de Dos Carriles en el Cantón Loja,» Revista Politécnica, vol. 40, nº 1, pp. 45-51, 2017.