



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Propuesta de mejoramiento de la trocha carrozable entre los  
tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, distrito de Casitas,  
Tumbes – 2023

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Cortez Revilla, Marco Antonio ([orcid.org/0000-0001-6991-3439](https://orcid.org/0000-0001-6991-3439))

Peña Cruz, Ariel Guzman ([orcid.org/0000-0002-8245-0800](https://orcid.org/0000-0002-8245-0800))

**ASESOR:**

Mgtr. Medina Carbajal Lucio Sigifredo ([orcid.org/0000-0001-5207-4421](https://orcid.org/0000-0001-5207-4421))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**PIURA - PERÚ**

2023

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo de investigación a Dios, quien guía mis pasos hacia el éxito profesional con formación de valores, y por haberme brindado la familia que tengo, familia que me apoya constantemente para conseguir mis sueños y hacerlos realidad.

Cortez Revilla, Marco Antonio

A Dios por brindarme la vida, la salud, y sobre todo la fortaleza de poder seguir adelante cada día para conseguir todos mis objetivos propuestos.

A mis queridos padres, por haberme forjado como la persona que soy, por su apoyo moral y económico durante todo el proceso de formación profesional; a mis hermanos porque constituyen los principales motivos para seguir adelante.

Mi gratitud y cariño siempre estarán con ustedes.

Peña Cruz, Ariel Guzman

## **AGRADECIMIENTO**

De manera muy especial a nuestro creador, quien nos ha brindado las fuerzas necesarias para seguir adelante en nuestro proyecto de investigación.

A nuestros familiares por su infinito apoyo a lo largo de nuestra formación profesional.

A nuestro asesor de tesis Mgtr. Lucio Sigifredo, Medina Carbajal por su apoyo, enseñanza, comprensión y recomendaciones brindadas durante el desarrollo de la investigación.

Finalmente agradecer a la Universidad Cesar Vallejo, por el tiempo que nos acogió y nos formó como profesional en esta excelente carrera como la Ingeniería Civil.

Cortez Revilla, Marco Antonio

Peña Cruz, Ariel Guzman

## INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización .....	15
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos .....	18
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS .....	19
4.1. Estudio topográfico.....	19
4.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera .....	23
4.3. Determinación de carga vehicular .....	27
4.4. Diseño geométrico de la trocha carrozable .....	30
4.5. Diseño del afirmado .....	37
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Localización del tramo .....	20
<b>Tabla 2:</b> Puntos georreferenciados .....	22
<b>Tabla 3:</b> Posición de calicatas .....	23
<b>Tabla 4:</b> Recopilación de resultados .....	25
<b>Tabla 5:</b> Clasificación de suelo C1.....	26
<b>Tabla 6:</b> Clasificación de suelo C2.....	26
<b>Tabla 7:</b> Clasificación de suelo C3.....	27
<b>Tabla 8:</b> Datos del conteo vehicular.....	28
<b>Tabla 9:</b> Tipo de vehículos.....	28
<b>Tabla 10:</b> Resultado del conteo vehicular .....	29
<b>Tabla 11:</b> Resumen de parámetros de diseño .....	36
<b>Tabla 12:</b> Espesor de afirmado en mm.....	38
<b>Tabla 13:</b> Puntos de control .....	58
<b>Tabla 14:</b> Anexos Cuadro de Progresivas y Puntos de Control.....	58
<b>Tabla 15:</b> Número de calicatas para exploración de suelos .....	66
<b>Tabla 16:</b> Número de ensayos CBR .....	66
<b>Tabla 17:</b> Resultados del conteo Vehicular Semanal .....	67
<b>Tabla 18:</b> Tipos de Tráfico pesado expresado en EE .....	71
<b>Tabla 19:</b> Rangos de Velocidad de Diseño según a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	72
<b>Tabla 20:</b> Radios mínimos y peraltes máximos para diseño.....	73
<b>Tabla 21:</b> Anchos mínimos de calzada en tangente .....	73
<b>Tabla 22:</b> Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros).....	74
<b>Tabla 23:</b> Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos .....	74
<b>Tabla 24:</b> Longitudes de tramos en tangente.....	75
<b>Tabla 25:</b> Fricción transversal máximo en curvas.....	77
<b>Tabla 26:</b> Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción .....	77
<b>Tabla 27:</b> Longitud máxima.....	78

<b>Tabla 28:</b> Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase.....	78
<b>Tabla 29:</b> Pendientes máximas (%).....	79
<b>Tabla 30:</b> Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase .....	83
<b>Tabla 31:</b> Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase .....	84
<b>Tabla 32:</b> Ancho mínimo de calzada en tangente.....	84
<b>Tabla 33:</b> Ancho de berma.....	85
<b>Tabla 34:</b> Valores de peralte máximo .....	85
<b>Tabla 35:</b> Valores referenciales para taludes en corte.....	86
<b>Tabla 36:</b> Taludes de relleno .....	86
<b>Tabla 37:</b> Categorías de Subrasante .....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

<b>Figura 1:</b> Zona de análisis .....	19
<b>Figura 2:</b> Simbología de la Curva Circular .....	76
<b>Figura 3:</b> Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas .....	80
<b>Figura 4:</b> Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas .....	80
<b>Figura 5:</b> Elementos de la Curva Vertical Simétrica .....	81
<b>Figura 6:</b> Elementos de la Curva Vertical Asimétrica .....	82
<b>Gráfico 1:</b> Resultado del conteo día lunes .....	68
<b>Gráfico 2:</b> Resultado del conteo día martes .....	68
<b>Gráfico 3:</b> Resultado del conteo día miércoles .....	69
<b>Gráfico 4:</b> Resultado del conteo día jueves .....	69
<b>Gráfico 5:</b> Resultado del conteo día viernes .....	70
<b>Gráfico 6:</b> Resultado del conteo día sábado .....	70
<b>Gráfico 7:</b> Resultado del conteo día domingo .....	71

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> Determinación del índice medio anual .....	67
<b>Ecuación 2:</b> Cálculo del Índice Medio Diario.....	67
<b>Ecuación 3:</b> Determinación del radio mínimo.....	72
<b>Ecuación 4:</b> Cálculo de longitudes de tramos en tangente .....	75
<b>Ecuación 5:</b> Radios mínimos de Diseño .....	77
<b>Ecuación 6:</b> Cálculo para longitudes de curva vertical.....	78
<b>Ecuación 7:</b> Cálculo de la longitud de curva vertical .....	79
<b>Ecuación 8:</b> Cálculo de espesor de afirmado.....	87



## RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo desarrollar una propuesta de mejoramiento de la trocha carrozable entre tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. La metodología fue enfoque cuantitativo, nivel descriptivo, tipo aplicada y diseño no experimental; teniendo como población y muestra la trocha carrozable entre Tramos del Caserío el Palmo – Cardalitos que fueron estimados por técnica de observación e instrumentos como fichas de registros, instrumentos topográficos, equipos y herramientas para prueba de suelos y software. En resultados del estudio topográfico, se examinó coordenada inicial Este: 539121.00, Norte: 9561379.00 y Altitud: 158.25; y coordenada final Este: 538601.00, Norte: 9563255.00 y Altitud: 149.14, siendo superficie contorneada, curvas 0.5 metros a 2.5 metros. En estudio de mecánica de suelos, se evaluó una perforación de 03 calicatas con profundidad 1.50mt con vía IMDA  $\leq$  200 vehículos por día, con humedad 9.20%; 8.70% y 9.30% y CBR 100% donde fue 6%, 6.2% y 6.5%. En la carga vehicular, calculando en 7 días la valoración del volumen de vehículos que transitan en dicho lugar, siendo un total de IMDA 29 Veh/día para la estructura del nivel afirmado. En diseño geométrico, carretera de tercera clase con Vd. 40 km/h, calzada de carriles 6.60m, radio mínimo de 60 m, berma 1.20m, pendiente 0.5% - 8%; y peralte 8%. En el diseño la estructura del afirmado, se apreció una subrasante regular con CBR entre 6% y 10% y espesores de afirmado de 250 mm ejes equivalentes. En conclusión, los parámetros encontrados en estudio topográfico, mecánica de suelos, carga vehicular, diseño geométricos y diseño de la estructura de afirmado, cumplen con MANUAL DE CARRETERAS DG – 2018.

**Palabras clave:** Trocha carrozable, topografía, diseño geométrico.

## ABSTRACT

The objective of the research was to develop a proposal to improve the motorable trail between sections of the El Palmo - Cardalitos hamlet, Casitas District, Tumbes - 2023. The methodology was a quantitative approach, descriptive level, applied type and non-experimental design; having as a population and sample the motorable trail between Sections of the Caserío el Palmo – Cardalitos that were estimated by observation technique and instruments such as record sheets, topographic instruments, equipment and tools for soil testing and software. In the results of the topographic study, the initial coordinate East: 539121.00, North: 9561379.00 and Altitude: 158.25 were examined; and final coordinate East: 538601.00, North: 9563255.00 and Altitude: 149.14, being a contoured surface, curves from 0.5 meters to 2.5 meters. In a soil mechanics study, a drilling of 03 pits with a depth of 1.50m with IMDA track was evaluated  $\leq 200$  vehicles per day, with humidity 9.20%; 8.70% and 9.30% and CBR 100% where it was 6%, 6.2% and 6.5%. In the vehicle load, calculating in 7 days the assessment of the volume of vehicles that transit in said place, with a total of IMDA 29 Veh/day for the structure of the affirmed level. In geometric design, third class road with you 40 km/h, carriageway lanes 6.60m, minimum radius of 60 m, shoulder 1.20m, slope 0.5% - 8%; and peralta 8%. When designing the pavement structure, a regular subgrade was observed with CBR between 6% and 10% and pavement thicknesses of 250 mm equivalent axes. In conclusion, the parameters found in the topographic study, soil mechanics, vehicle loading, geometric design and design of the road structure comply with the DG ROAD MANUAL – 2018.

**Keywords:** Carriageable trail, topography, geometric design.

## I. INTRODUCCIÓN

Al transcurrir de los años las vías de acceso se han convertido en un medio de transporte que nos lleva a diferentes lugares, brindándonos posibilidades de poder conocer distintos pueblos y/o culturas, es por ello que las carreteras actúan como un medio esencial para el incremento socioeconómico. En muchos países las carreteras son el medio de transporte más importante, por lo que hoy en día vienen a ser la base fundamental del desarrollo, pues la red es sin duda un elemento básico ante la necesidad en el mundo moderno (Gutiérrez 2017).

En Colombia, las carreteras es el medio fundamental para el transporte por lo que la calidad de infraestructura vial van en crecimiento con la finalidad de brindar comodidad a los usuarios, sin embargo, en las carreteras se han presentado defectos debido al uso de materiales de mala calidad, la estabilización de los suelos presentaban efectos negativos, así también hubo daños en las carreteras por la influencia del agrietamiento, desintegración y distorsión, por ende trajo consecuencias como dificultad de acceso a los territorios (Alarcón, Jiménez y Benítez 2020).

En un país en desarrollo como Colombia, al momento de diseñar una carretera, algunos ingenieros no implementan los materiales adecuados y no tienen en cuenta la región del ambiente, lo cual registran ineficiencia en el diseño, lo que al final conduce a la degeneración o destrucción de las carreteras. Es común ver trochas carrozables como también en las vías hay cortes excesivos o rellenos abandonados que causan daños de diversa índole a las zonas, donde muchos de ellos carecen de la geometría adecuada, lo que provoca derrumbes y estancamiento de aguas superficiales (Alarcón, Jiménez y Benítez 2020).

El Perú, dentro del sector construcción día a día se trabaja para conectar a las 24 regiones del país, a través de las gestiones que realiza el gobierno central articuladamente con el programa para la reconstrucción con cambios RCC y el apoyo de los gobiernos locales, provinciales, regionales para dar mejoramiento sobre el estado de circulación en las autovías nacionales en áreas rurales y urbanas, así poder garantizar a la comunidad una infraestructura vial de calidad puesta al servicio de todos los peruanos (Diario El Peruano 2023). Así mismo, el

ministro de Transportes y Comunicaciones, Richards Tineo, presentó en el Congreso republicano el presupuesto 2023 para el mejoramiento y construcción de 350 kilómetros de carreteras nacionales (Diario El Comercio 2022).

Por otro lado, hoy en día en la zona norte del Perú se está atravesando una situación crítica producto de las fuertes lluvias, sumado al ciclón Yaku y posible fenómeno del niño, ha ocasionado muchos daños materiales como también viales dejando aislados a un sin número de caseríos y/o centros poblados en las zonas alejadas de las regiones norte, trayendo consigo pérdidas económicas, daños en la integridad física de los moradores, como también en sus viviendas, infraestructura vial y áreas de cultivo en las ya mencionadas. (Diario El Peruano 2023).

Las trochas carrozables vienen a ser rutas de una baja jerarquía las cuales abundan en el área peruana, lo que hace efecto de la ineficiencia del recorrido de los transportes por las características geotécnicas de suelos pobres, además en época de lluvias se generan charcos produciendo desprendimiento de tierra y piedras, esto acrecienta el riesgo de los transeúntes como también los medios de transporte terrestre (Bustamante, Marín y Benites 2022).

El caserío el palmo es uno de los pueblos que conforman el Distrito de Casitas, Departamento Tumbes, dicho tramo que conduce hacia Cardalitos, se ha visto afectado producto de las fuertes lluvias estacionales en el distrito, vulnerando así la vida de los ciudadanos; además, ocasionaba dificultades para el transporte de diversos productos agrícolas como de la comunidad en general (reducción del comercio) y ahogamiento en la economía productiva. Por ello, se dispuso establecer solución al problema que se estaba viviendo actualmente.

Por lo expuesto, se procedió a formular el problema general: ¿Cuáles son las características de la propuesta de mejoramiento de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023? Asimismo, en los problemas específicos: ¿Qué características topográficas encontramos entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?, ¿Qué características de suelo encontramos entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?, ¿Qué características de carga vehicular encontramos entre los tramos del

caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?, ¿Cómo es el diseño geométrico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023? y ¿Cómo es el diseño afirmado entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?.

Del mismo modo, se presenta una justificación práctica porque se da solución a las trochas carrozables, ya que existe la necesidad de tener una vía a nivel de afirmado que permita conectar al caserío el palmo con los demás pueblos que conforman el distrito de casitas y por ende reducir notablemente el recorrido por la zona afectada, y así mejorar las condiciones de transitabilidad a los pobladores y/o visitantes del distrito bajo estudio.

Presenta una justificación económica, debido a que se está contribuyendo a la mejora del desarrollo tanto de las actividades comerciales, agrícolas, ganaderas y turísticas del distrito bajo estudio; siendo muy importante, pues se contaría con una trocha carrozable en mejores condiciones y sobre todo que esté acorde al tránsito vehicular que se ve constantemente por la zona.

Por otro lado, presenta una justificación social ya que ayuda a resolver la problemática existente bajo la zona de estudio como también de la población, ya que se podrán trasladar con mayor facilidad por dicho tramo. Además de ello, permite inducir nuevos conocimientos a la sociedad con la finalidad de generar resultados positivos al tema de estudio, como también servir como modelos a futuras investigaciones, por lo que se alcanzó resultados óptimos que permitieron apalejar la problemática planteada y así proponer las recomendaciones en referencia a estos.

Posteriormente, se abordó el objetivo general: Desarrollar una propuesta de mejoramiento de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. Y los específicos fueron: Realizar el levantamiento topográfico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. Realizar el estudio de mecánica de suelos para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. Determinar la carga vehicular de la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. Elaborar el Diseño Geométrico

entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. Diseñar la estructura del afirmado de la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación se sustenta teóricamente en los siguientes antecedentes, los cuales son una recolección de artículos científicos y tesis, a través de investigaciones internacionales, nacionales y locales.

A nivel internacional, Fuerte & Aguilar (2023) mostraron el objetivo de crear un diseño geométrico en la vía principal K10+000 al K12+000 de las trochas carrozables del municipio Jerusalén al municipio de Guataquí. Se ejecutó un método cuantitativo, descriptivo y aplicado, la muestra medida fueron la vía que conecta los municipios, que fue por medio de la técnica de la observación e instrumentos como las fichas fotográficas y Software Civil 3D. En los resultados, la vía K10+000 a K12+000, dio un movimiento eficaz donde la velocidad fue 60 km/h, brindando condiciones óptimas de seguridad vial, funcionalidad y comodidad para cada uno de los conductores y transeúntes. En conclusión, se generó un diseño geométrico adecuado, dando mejor condición de desplazamiento y bienestar de los ciudadanos.

Autores como Holguin, Mina & Vega (2021), en su trabajo desarrollaron un programa estratégico que tenía como base la optimización de la trocha carrozable en la ruta de acceso comprendida entre Turúa y Casanare 1.834 km. El método de dicha investigación fue aplicado. Los autores utilizaron como instrumentos la observación registro fotográfico y notas de campo. Se determinó la eficacia de la propuesta, la organización de las actividades, la administración de los cronogramas de precios, verificación de calidad, así como de los medios y técnicas de comunicación, al igual que la administración de contingencia, teniéndose como meta la pavimentación de un tramo que posee 1,8 km.

Por su parte Navarrete & Duarte (2020), en su investigación el objetivo principal fue proponer un sistema para potenciar una red de trochas carrozables la cual se encuentra comprendida en Villa Paúl y municipio de Funza de 8,668 km. El método fue descriptivo, con el instrumento empleado del software Google Earth, así como AutoCAD. Se determinó pendientes máximas longitudinales las cuales varían entre 13% y 10% por lo que se definió una topografía ondulada, su Vd oscila de 30 y 40 km/h, mientras que su radio mín. es 21 m, con peralte de 6%.

A nivel nacional el investigador Cruz (2022), su objetivo fue evaluar y mejorar el afirmado de la trocha entre Tacahuara y Pallcora, Apurímac. Su metodología de investigación fue aplicada no experimental, teniendo como muestra el tramo que une los centros poblados de Tacahuara y Pallccora, cuyo largo es 4.990 km; utilizaron herramientas como instrumentos, se utilizaron equipos para topografía, ensayo de MDS, en oficina y fuentes de información. Se concluyó que, reforzar el afirmado es factible, esto para el bienestar de los habitantes de la zona, como también la mejora de sus actividades económicas agrícolas y ganaderas. En referencia a los resultados alcanzados del estudio MDS, obtuvo un CBR al 95% de 3.86% y al 100% de 6.30%, mientras que la humedad fue de 11.50% y la densidad máxima seca fue 1880 g/cm<sup>3</sup>. Según esto, la subrasante no es suficiente para soportar cargas pesadas, por lo que el material base debe fabricarse para mejorar la superficie.

Verástegui (2021), en su tesis, Mejoramiento de la trocha carrozable en la comunidad Cuñish, en el distrito de San Luis-Cajamarca. Utilizo una metodología no experimental, descriptiva, donde se empleó un muestreo no probabilístico; técnicas tales como revisiones bibliográficas e instrumentos; mediante la ficha de observación se analizó la estadística descriptiva, que tuvo como resultado que el lugar y coordenadas de estudio topográfico, tuvo 13 calicatas a profundidad de 1.20m, respecto a la humedad se presentaron en un rango de 12.99 hasta 15.16 valores. Por último, se alcanzó factores con radio mín. 50 m, una Vd de 40 km/h, además, su calzada fue de 6m respecto al DG.

Seguidamente, Condori (2019) con su investigación tuvo el objetivo de crear el DG para trochas referente al manual DG-2014 en Huancayo. La metodología, fue aplicada, descriptiva y cuantitativa, haciendo uso de la observación del caso para su posterior estudio, como instrumento fue el manual del DG, estación total, y Auto CAD civil 3D que fueron aplicadas en las zonas de trochas de Huancayo. En los análisis, las zonas estudiadas contaban con topografía ondulada, de ancho superficie 4.50 m con pendiente 5.789%, mientras la topografía accidentada con 6.60m. de ancho y pendiente 6.88%, además en las estaciones vehiculares se consolidó conteo de IMDA que alcanzó el promedio de 101 veh/día, el cual no alcanza con IMDA requerido según la norma. En conclusión, se tuvo en cuenta los criterios cuyo IMDA es inferior de 50 veh/día.



A nivel local, la investigación de Garcia & Jacinto (2021), se tuvo como objetivo plantear el DG de las trochas carrozables, Surpampa –Oxahuay (Ayabaca), maximizando factores referentes al DG 2018. La metodología empleada fue un diseño experimental, transaccional, descriptivo simple, como muestra se consideró 1km del tramo Surpampa-Oxahuay, haciendo uso de herramientas como equipos para la realización de levantamientos de suelos e investigaciones de ámbito nacional e internacional relacionada al diseño geométrico en función a los caminos vecinales a fin de obtener los parámetros. Como resultado de la aplicación topográfica se identificó que el terreno de estudio es ondulado – accidentado, teniendo una amplitud la cual oscila de 3.5 a 5 m, así mismo presentó pendientes fuertes con un relieve colinoso, y finalmente su diseño geométrico estuvo enfocado en los criterios como 1 calzada de 3 m a lo extendido de cada uno de los carriles, curvas horizontales de radios superior a 25 m, bombeo de 3% y Pmáx de 10%.

Por otro lado, Romero (2018) evaluó el objetivo de determinar las características geométricas con el fin de optimizar las trochas carrozables para el trayecto Campo Piura – Guayabito. La metodología fue cuantitativo, descriptiva y aplicada, la técnica utilizada fue la observación e instrumento AutoCAD Civil 3D, S10 MS Project, analizada al área tramo Campo Piura – Guayabito. En los resultados, la carretera poseía longitud de 7.427 km con IMDA de 330 veh/día, se consideró por la norma una Vd 30 km/h, bermas igual a 0.50 m y 10% en pendientes. Para drenaje fue considerado las cunetas triangulares 0.45 x 1.20 m y alcantarillas con 36” de diámetro. Concluyéndose así en la evaluación, las propuestas del DG para la optimización respecto a la zona de estudio, la cual cumple con las diferentes normas establecidas por el MTC.

Malca (2018) como investigación titulada diseño del mejoramiento de las trochas carrozables a nivel afirmado del caserío Agua Santa; El cual empleó una metodología cuantitativa, de carácter descriptivo, no experimental y aplicada, teniendo como población la carretera del caserío Agua Santa, la técnica empleada fue la observación. En donde se examinó la coordenada inicial en Este 420131.00, Norte: 8632833.00 y Altitud: 145.30; en la coordenada final fue Este: 465571.00, Norte: 8925285.00 y Altitud: 139.20 el trazado de la vía de 7,99 km

de longitud, el CBR fue 81.55%, teniendo un afirmado de 20 cm de espesor; en la topografía se tuvo entre el 1 y 5% de inclinación, además de ello la velocidad directriz fue 40 km/h.

El estudio se apoyó teóricamente de lo siguiente:

Diseño para optimización de carreteras es la principal consideración en todas las fases del diseño vial, es particularmente evidente en la uniformidad y simplicidad de los diseños, que permiten a los conductores trasladarse y transitar cómodamente, permitiendo el acceso a territorios, para ello es necesario basarse en los estándares de diseño geométrico estimando los efectos operativos de las vías; dicho estándar también vela por la seguridad (García, Pérez y Camacho 2018).

Asimismo, el mejoramiento de una carretera incluye incrementar o ampliar técnicas, geometría y estructuras viales con diferentes ejes horizontales o verticales, alargamiento para curvas, así como modificaciones considerando sus propiedades del terreno, esto a su vez, combinando el principal diseño que posea actualmente su vía, con el fin de reparar la accesibilidad (Briceño, 2017).

El manual de carreteras es el documento técnico que guía el mantenimiento de la dirección de Carreteras, conformado por etapas del ciclo de vida que operan trabajadores de la parte pública y privada para el mejoramiento de las vías y caminos que integran la nación bajo su control, que deben tener en cuenta las velocidades, efectos de geometría, capacidades de las vías, restricciones de los accesos y características de los vehículos (Ministerio de transporte y comunicaciones 2018).

Además, según el MTC (2018) las vías se clasifican de acuerdo a categorías:

-Vías de la Red Nacional: Consiste en vías las cuales conectan las ciudades primordiales del país con sus respectivos linderos.

-Vías de la Red Departamental: Constituyen las vías troncales departamentales, las cuales se restringen principalmente a los límites que posee una región, una parte política del país, así como regiones de influencia económica.

-Vías de la Red Vial Terciaria o local: Unen vías locales poblaciones más pequeñas. conectando pequeños pueblos, aldeas y otros centros de población rural.

Las trochas carrozables son aquellas de la categoría más baja las cuales no satisfacen las condiciones geométricas de las vías, habitualmente poseen el IMDA menor a 200 Veh/día y superficie de rodadura puede ser sin pavimentar o no pavimentada con vías de al menos 4 metros de ancho (MTC 2018).

La carretera afirmada viene a ser el trayecto donde hay tráfico sobre una superficie no pavimentada, ajeno al terreno, que de otro modo influiría en la cantidad del transporte eficiente de mercancías, servicio u otra actividad (Mejía, Arroyo y Gaytán 2014).

Un diseño de vía debe estar elaborada para una velocidad adecuado que fundamente los reglamentos para conectar diferentes centros de actividades económicas al usuario (Blázquez, Correia y Leal 2017). Asimismo, debe pasar por una evaluación topográfica y geométrica para garantizar su durabilidad y posición adecuada, además una pendiente mínima es 0.50%, siendo el máximo 1.00% (Varela y Orozco 2021).

Seguidamente, según en MTC (2018) se establecieron las siguientes dimensiones que brinden una optimización para las carreteras a nivel afirmado:

Dimensión levantamiento topográfico, la topografía en carreteras se basa como instrumento de medición a las características específicas de algunos elementos de la zona. Estos incluyen cosas como colinas, ríos, árboles, edificios y caminos, entre otras cosas, para ello realiza el control de amplitud y frecuencia de estado (Puchol 2016).

Además, sirve para prevenir los peligros que pueden afectar durante el largo plazo, describiendo la superficie de la tierra como montañas, ríos u otros que intervienen en la ejecución de vías, dando precisión de puntos y marcas para el desarrollo (García y Peña 2020).

Según Roblero et al. (2022) es la examinación de la superficie de un terreno o área geográfica teniendo en cuenta las características naturales como las laderas, ríos y vegetación, también se involucran el origen humano y

construcciones como las casas, carreteras y caminos. Normalmente se obtienen planos y mapas de interés para los encargados de realizar un proyecto bajo una inversión en la vía topográficamente sujeta

Levantamiento topográfico se hace referencia al grupo de tareas necesarias para cartografiar una superficie. Todo levantamiento topográfico emprende dos fases: la fase de campo, que recoge datos sobre el terreno, y la fase de oficina, que incluye cálculos o representaciones en planta y debe realizarse siempre con la máxima precisión, la tarea puede ser facilitada por la propia naturaleza (Gallego y Sánchez 2015).

Dimensión MDS, cumple el procedimiento para identificar las particularidades químicas, mecánicas y físicas del terreno para examinar su viabilidad técnica del alineamiento horizontal y vertical, clasificando los distintos tipos de materiales de corte y ubicar el nivel freático. Para llevar a cabo una buena ejecución y un buen control en la vía y comprender las características del suelo, es fundamental realizar un estudio del suelo durante la construcción de la carretera (Macías et al. 2018).

En otra parte, el estudio de suelos en carretera describe la composición estratigráfica, que consiste en las capas o estratos y los materiales constituyentes en cada profundidad, incluso puede averiguar si una parcela de tierra tiene un nivel freático o qué tan profundo es el nivel de los cimientos, capacidad de carga. determinar el diseño final y cantidad de cimentación de la vía (Llano, Ríos y Restrepo 2020).

De acuerdo a Chávez et al. (2016) los suelos compactados se comportan de manera diferente dependiendo de su contenido de agua y máxima densidad seca. Los terraplenes de las carreteras deben construirse para soportar deformaciones aceptables provocadas por su propio peso, fuerzas externas y variaciones volumétricas provocadas por cambios en el contenido de agua.

El estudio mecánicas de suelos, es un informe técnico ejecutado por especialista en la planificación y ejecución del proyecto, ya que determina la resistencia del suelo, la capacidad portante, la composición (capas de suelo que componen su profundidad) y el tipo de cimentación que se construirá en la vía (MTC 2018).

Para el estudio de los suelos, es necesario cavar pozos de prueba a lo largo de la carretera, lo que implica cavar hoyos de aproximadamente 1 punto 50 metros de profundidad; las muestras de pozo se recolectan y luego se transportan para su análisis al laboratorio. La medición del contenido de humedad en el laboratorio comienza sabiendo cuánta agua natural contiene un área determinada de tierra y luego pasa al análisis granulométrico, que determina el tamaño de las partículas constituyentes de la muestra, usando eso se puedes clasificar el suelo; con la muestra extraída de los tajos se somete luego a un estudio conocido como CBR, que determina la capacidad portante del suelo compactado, información vital para el diseño de la carretera (Huaraz y Sánchez 2020).

La carga vehicular, se refiere al transporte de mercancías por la vía pública o carreteras; siendo uno de los tipos de distribución más utilizados, especialmente para la distribución de corta distancia, lo que permite un mejor control sobre el tiempo de entrega de las operaciones de transporte (Penabad, Iznaga y Rodríguez 2018).

Asimismo, la carga vehicular se clasifica en el número de vehículos y peso que se desplaza por carreteras a cierta distancia; empleando servicio eficiente y económico para la sociedad (Aarón et al. 2019).

Dimensión diseño geométrico, en una carretera determina cómo se construye, incluidas sus características visibles. Dentro de los factores considerados está el pavimento, conducción de taludes, alineamiento vertical y horizontal, intersecciones y más variables (Barardo, Baruzzi y Dapas 2017).

Es más, la geometría general de una carretera o intersección está determinada por una serie de factores, incluidos los estudios de campo, la selección de rutas, los parámetros de diseño, el análisis y el cálculo de la alineación vertical y horizontal de las carreteras (Castilla y Ordoñez 2014).

De igual modo, es el trayecto de una carretera o vía sobre el terreno mediante un método ingenieril denominada diseño geométrico, a base de factores como la geología, topografía, hidrología, medio ambiente, así como elementos sociales, que pueden afectar si se puede construir una carretera en la superficie, el primer

paso es un análisis de factibilidad que identifique el paso donde podría ubicarse el trayecto vial en el diseño de una carretera (Usma, Madrigal y Pérez 2018).

Para el DG de vía, primero se debe evaluar qué cantidad de tráfico circula en dicha zona, lo que se hace contando automóviles durante el día y semana, luego se determina el tipo de camino que se está diseñando; se puede tener distintas categorías en base a la demanda y la orografía; como la velocidad especificada para carreteras la cual se determina por normas a fin de detallar a qué velocidad se debe transitar por la vía los automovilistas, asimismo se adquiere el vehículo de diseño que representa la unidad vehicular más grande que se espera transite por la carretera, seguidamente, se deben determinar los radios inferiores que el vehículo puede circular sin molestias, así como las pendientes máximas y mínimas de un camino, identificando el ancho de la berma, el tramo de vía situado a los lados de la calzada; bombeo, la inclinación del camino que permite la evacuación del agua de lluvia; y, lo más importante, el espesor del pavimento, en este caso, para el proyecto solo se tendrá en cuenta en el nivel afirmado (Huaraz y Sánchez 2020).

Por otro lado, el MTC (2018) establece que el DG viene a ser el punto más crítico de toda obra vial debido a que tiene las siguientes dimensiones, características y adaptaciones adecuadas, que permiten que las capacidades generadas cumplan con los requisitos del proyecto sin dejar de ser seguras, cómodas y económicamente viables. Los componentes geométricos del camino en el plano, la sección longitudinal y la sección transversal deben estar correctamente conectados para garantizar la interrupción del tráfico, para mantener la velocidad del vehículo lo más constante posible y de acuerdo con las condiciones generales del camino. La clave es establecer una relación cómoda entre este valor, la curvatura y la pendiente. Esto se hace formulando un valor de velocidad de diseño apropiado. Cuando se establece la velocidad de diseño de cada sección homogénea en estudio de acuerdo con criterios técnicos y económicos, entonces se puede decir que el diseño geométrico en sí ha comenzado.

El diseño afirmado, viene a ser un revestimiento compactado en la que se emplea material granular que se clasifica naturalmente o se trata de gradación definida para poder resistir la presión de todas las cargas y el tráfico. Debe

contener una cierta cantidad de material cohesivo fino, además de la capacidad de mantener unidas las partículas, también debe tener la capacidad de actuar como una buena superficie de rodadura en caminos sin pavimentar (MTC 2018).

En mismo contexto, es la superficie en nivel afirmado de una carretera formadas por una o más capas fabricadas con tres tipos de materiales (piedra, arena y polvo fino), cuya adecuada combinación determina la viabilidad del material. Las rocas son esenciales para sostener la carga y la arena llena los espacios entre las rocas y proporciona estabilidad a las capas (Guerra y Guerra 2020).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de Investigación**

##### **Tipo de Investigación**

Es de tipo aplicada, puesto que se utiliza un aprendizaje científico a fin de abordar un problema particular que se ha identificado e interviene en la mejora, innovación y transformación en beneficio de la sociedad (Ramos y Viña 2020). De tal modo, se estableció un estudio de tipo aplicada porque con el bordaje de los conocimientos de la variable se encaminó en el desarrollo de una propuesta para mejorar los niveles de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo – Cardalitos.

##### **Nivel de Investigación**

La descriptiva identifica las características poblacionales, describiendo las actividades o procesos para conocer situaciones predominantes (Guevara, Verdesoto y Castro 2020). Por lo tanto, fue de nivel descriptivo porque la investigación describió los procedimientos de la propuesta de mejoramiento de la trocha carrozable, asimismo dio a conocer las características respondiendo el problema planteado.

##### **Enfoque de investigación**

El enfoque cuantitativo se basa en la medición numérica y el conteo para responder preguntas de investigación previamente establecidas (Sánchez 2019). De tal forma, la investigación fue cuantitativa porque se basó en datos numéricos para demostrar los objetivos del estudio.

##### **Diseño de Investigación**

Es aquel que se lleva a cabo sin variación intencional de ninguna variable mediante el análisis de los fenómenos en su entorno natural (Hernández y Mendoza 2018). Por ende, la investigación fue no experimental, porque la variable no sufrió cambios durante el proceso sobre la propuesta de optimización de la vía carrozable, solo fue analizado en su estado actual.



### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable: Mejoramiento de la trocha carrozable**

##### **Definición conceptual:**

Se basa en la guía técnica del mantenimiento de la dirección de Carreteras, conformado por etapas del ciclo de vida que operan trabajadores en diferentes campos laborales para el mejoramiento, teniendo en cuenta las velocidades, efectos de geometría, capacidades de las vías, restricciones de los accesos y características de los vehículos (Ministerio de transporte 2018).

##### **Definición operacional:**

La variable fue operacionalizada en 5 componentes, siendo el estudio topográfico, estudio MDS, determinación para carga vehicular, DG y diseño de afirmado que serán medidas por escala razón e intervalo.

##### **Dimensiones:**

Dimensión Levantamiento Topográfico, es la examinación de la superficie de un terreno o área geográfica teniendo en cuenta las características naturales como las laderas, ríos y vegetación, también se involucran el origen humano y construcciones como las casas, carreteras y caminos (Roblero et al. 2022).

Dimensión estudio de MDS, cumple con el procedimiento de identificar particularidades físicas, químicas y mecánicas de suelo con el fin de examinar la viabilidad técnica del alineamiento horizontal y vertical, clasificando los distintos tipos de materiales de corte y ubicar el nivel freático (Macías et al. 2018).

Dimensión carga vehicular, se refiere al transporte de mercancías por la vía pública o carreteras; siendo uno de los tipos de distribución más utilizados, especialmente para la distribución de corta distancia, lo que permite un mejor control sobre el tiempo de entrega de las operaciones de transporte (Penabad, Iznaga y Rodríguez 2018).

Dimensión Diseño Geométrico, es el trayecto de una carretera o vía sobre el terreno mediante técnica de ingeniería civil denominada DG, en base a factores como la topografía, hidrología, geología, medio ambiente, así como los componentes sociales y urbanos, que pueden afectar si se puede construir una carretera en la superficie, el primer paso es un análisis de factibilidad que

identifique el paso por donde podría ubicarse el trayecto vial en el diseño de una carretera (Usma, Madrigal y Pérez 2018).

Dimensión diseño afirmado, es una capa compactada de material granular que se clasifica naturalmente con una gradación específica para soportar la presión de las cargas y el tráfico. Debe contener una cierta cantidad de material cohesivo fino, capacidad de mantener unidas las partículas, y también debe actuar como una buena superficie de rodadura en caminos sin pavimentar (MTC, 2018).

**Escala de medición:** Razón e intervalo

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Población**

Elementos que muestran un grupo de propiedades utilizados para estudiar uno o más fenómenos (Hernández y Mendoza 2018). La población fue la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo – Cardalitos que se hará el análisis de mejoramiento.

Criterios de inclusión:

- Tramo km 3+062 comprendidos entre los Caseríos del Palmo-Cardalitos.
- La zona más afectada por las precipitaciones fluviales.

Criterios de exclusión:

- Tramos que no estuvieron comprendidos en las zonas bajo estudio.
- Vía que se encontraba en mejor estado

#### **Muestra**

Es una parte del elemento total con características comunes para el estudio (Hernández y Mendoza 2018). La muestra del estudio fue de tipo censal ya que se estudió lo mismo que la población, los Tramos del Caserío el Palmo – Cardalitos.

#### **Muestreo**

Es el procedimiento para tomar una muestra de una población para estimar el valor de un parámetro, en relación a la distribución de la probabilidad (Hernández

y Mendoza 2018). De cierto modo, en la investigación no existió muestreo porque se analizó la población total.

### **Unidad de análisis**

Estuvo centrada en los Tramos de la trocha carrozable del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes, La cual fue soporte de investigación para una adecuada transitabilidad de dicho lugar.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

Herramientas empleadas en la ciencia, particularmente cuando requieren práctica y pericia para dominarlas (Gómez 2020). Se usó la técnica de la observación para analizar la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo – Cardalitos.

### **Instrumento**

Son recursos que recopilan y almacenan datos bajo el interés del investigador (Arias 2020). Los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas de registros, así como también instrumentos topográficos, equipos y herramientas para prueba de suelos y software, seguidamente se detalló los instrumentos para campo:

- ✓ Software Autodesk Civil (para el diseño geométrico).
- ✓ Un Nivel de ingeniero
- ✓ Un trípode de soporte.
- ✓ Una mira estadimétrica.
- ✓ Un GPS GARMIN Montana 680.
- ✓ Cinta métrica 50m.
- ✓ Estacas.
- ✓ Pintura.
- ✓ Machete.
- ✓ Libreta.

### **3.5. Procedimientos**

Para recopilar información se dispuso la autorización de las autoridades de la zona, luego se acudió al trabajo de campo en la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, interviniendo el uso de los instrumentos para el estudio topográficos, medidas y excavación considerando la norma DG-2018, seguidamente las muestras fueron llevadas al laboratorio, donde con los análisis se procedió el uso de los Software Autodesk Civil para el diseño geométrico, a fin de poder obtener los datos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Un análisis descriptivo, establece patrones significativos en los datos existentes y está atento a las circunstancias que producen nuevos hechos, recopilando datos pertinentes antes de organizar, tabular y demostrar el resultado (Ochoa y Yunkor 2020). La presente investigación describió resultados numéricos a través de programas especializados como AutoCAD, Autodesk Civil y Excel que fueron representados por medio de figuras y tablas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se contó con principios éticos como:

Principio de la beneficencia, debido a que la investigación aportó en la optimización de la trocha, además con los resultados obtenidos se benefició a la población y a los futuros investigadores.

Principio de autonomía, porque en la recolección de los datos se respetó las decisiones de la población de la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo – Cardalitos.

Principio de no maleficencia ya que en el procedimiento de la investigación no se excluyó las opiniones de los involucrados.

Principio de la justicia, porque se consideró la norma DG-2018 y los datos recopilados fueron verídicos para fines académicos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudio topográfico

#### 4.1.1. Generalidades

Se da por la alteración de un suelo en estado original a un área la cual es configurada en Softwares de topografía, donde puede visualizarse sus propiedades territoriales, ofreciendo opciones sustitutivas para un correcto diseño de la trocha carrozable. Los estudios topográficos permiten definir la elevación, las coordenadas y las progresivas, que son útiles para crear un buen diseño geométrico adecuado para la trocha. Por ello, en nuestro proyecto se utilizó el instrumento topográfico, nivel de ingeniero, que nos permitió adquirir la topografía de la zona bajo estudio; para posteriormente procesar los datos obtenidos con Microsoft Excel y los importamos al programa Civil 3D.

**Figura 1:** Zona de análisis



Fuente: Google Earth

#### 4.1.2. Ubicación

**Tabla 1:** Localización del tramo

Departamento	Tumbes
Provincia	Contralmirante Villar
Distrito	Casitas
Caseríos	Palmo-Cardalitos

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 4.1.3. Reconocimiento de la zona

A través del trabajo práctico ejecutado en el sitio analizado, se logró reconocer que la principal vía de acceso que comunica a dicho distrito con la región tumbes, es dada mediante la carretera del caserío Bocapan en la provincia de Contralmirante Villar; por otro lado, enfocándonos en los tramos del caserío el Palmo – Cardalitos, en primer lugar se realizó el reconocimiento del sitio visualmente, referenciándonos en el tramo, para posteriormente obtener un alineamiento referencial de la zona, permitiéndonos ubicar los diferentes puntos críticos que son de carácter importante para conocer las características que presenta dicha zona.

Posteriormente nos dirigimos al tramo analizado con equipos necesarios, los cuales fueron de mucha ayuda para la topografía, además de los materiales requeridos en dicha actividad iniciando nuestro recorrido a partir del caserío el Palmo hacia Cardalitos, cumpliendo al tamaño de nuestra población con un recorrido de 3.062 km.

#### 4.1.4. Metodología de trabajo

##### 4.1.4.1. Personal

Se consideró lo que está a continuación:

- ✓ 01 profesional a cargo de los equipos topográfico.
- ✓ 02 personas encargados de la mira y GPS.
- ✓ 01 peón.
- ✓ 01 guía.

#### **4.1.4.2. Equipos utilizados**

Se emplearon los siguientes equipos:

- ✓ 01 nivel de Ingeniero.
- ✓ 01 trípode de soporte.
- ✓ Una mira estadimétrica.
- ✓ Un GPS GARMIN Montana 680.
- ✓ Cinta métrica de 50m.
- ✓ Estacas.
- ✓ Pintura.
- ✓ Machete.
- ✓ Agenda de campo.

#### **4.1.5. Procedimiento**

##### **4.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona**

Se inició con un par de puntos tomados con un navegador GPS y registrados posteriormente en el cuaderno, que sirvieron de punto de partida del levantamiento.

Partiendo de los dos BM se realizó la topografía del tramo analizado, conforme a los términos de referencia, se tomaron especificaciones del eje. Para ello se empleó 01 Nivel de Ingeniero de doble nivelación, GPS navegador, mira estadimétrica y después del trabajo de campo topográfico, los datos topográficos se procesaron en la oficina utilizando el software Civil 3D y se prepararon planos topográficos a una escala adecuada.

##### **4.1.5.2. Puntos de georreferenciación**

Dispositivo utilizado fue un GPS para la obtención las coordenadas UTM consiguiendo los siguientes datos.

**Tabla 2:** Puntos georreferenciados

<b>Coordenadas de georreferenciación</b>		
	<b>Pto. inicial</b>	<b>Pto. final</b>
<b>Este</b>	539121.00	538601.00
<b>Norte</b>	9561379.00	9563255.00
<b>Altitud</b>	158.25	149.14

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.1.6. Trabajo de gabinete**

##### **4.1.6.1. Procesamiento de información de campo**

Habiendo finalizado la topografía in situ, procesamos la información topográfica en oficina con el apoyo del Software Autodesk Civil 3D.

Por consiguiente, continuamos con el ingreso de los puntos de campo al software y creamos las curvas de nivel a 0.50m las menores y 2.50m las mayores, mostrados en el plano para mayor visualización del relieve del terreno.

Lo ejecutado en gabinete radica básicamente en:

- ✓ Procesar la información topográfica seleccionada en campo.
- ✓ El desarrollo de planos topográficos y de ubicación a escalas indicadas.



## 4.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera

### 4.2.1 Estudio de suelos

#### 4.2.1.1 Alcance

Los estudios realizados en el proyecto “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES -2023” esta direccionado para el área en mención, por lo que no se podrá aplicar en sectores que no formen parte de la población.

#### 4.2.1.2 Objetivos

Identificar propiedades del suelo en materia existente en la zona proyectada del tramo analizado que abarca los caseríos El Palmo - Cardalitos para la investigación ya mencionada.

#### 4.2.1.3 Descripción del Proyecto

##### ➤ UBICACIÓN DE CALICATAS

Teniendo en cuenta el recorrido por dicha zona en donde se desarrolló el estudio de suelos en los caseríos el palmo – cardalitos, donde se realizó un total 3 calicatas; la primera calicata se ha tomado en los 500 metros y las sub siguientes cada 1000 metros, a lo largo del trayecto de la trocha de una extensión total de 3.062 km.

**Tabla 3:** Posición de calicatas

N°	PROFUNDIDA(m)	UBICACIÓN
Calicata N° 01	1.5 m	km 0+500
Calicata N° 02	1.5 m	km 1+500
Calicata N° 03	1.5 m	km 2+500

*Fuente: Elaboracion Propia.*

## ➤ **CARACTERÍSTICAS LOCALES**

La Vía bajo estudio está situada en el Caserío El Palmo - Cardalitos perteneciente al Distrito de Casitas - Tumbes. Este distrito presenta una etapa lluviosa en los meses de diciembre y marzo donde sus temperaturas climatológicas varían de 20°C hasta 35°C aproximadamente durante todo el año. El sitio en estudio se sitúa dentro de la faja costanera, su Geología está compuesta por una zona de baja altura sobre el cual se localiza en una zona urbana, La superficie que mayormente predomina en dicha zona de estudio son arcillas de mediana plasticidad.

### **4.2.1.4. Descripción de los trabajos**

La labor desarrollada en esta investigación, consistió en el trabajo práctico en el recorrido de la trocha mediante la excavación de 03 calicatas; posteriormente se realizó la extracción de la muestra de cada calicata a una profundidad de 1.50mt. cada muestra de material se procedió a colocar en un costal con el propósito de preservar las propiedades de cada muestra, así se le colocó un rotulado que contenía la información correspondiente de cada calicata y km de donde se sustrajo. Para posteriormente trasladarlas adecuadamente al Laboratorio.

#### ➤ **Determinación Número de Calicatas.**

Se tomó como referencia las especificaciones del MTC. Por ello, se decidió realizar la excavación de 1 calicata por cada km, de 1.5 m de profundidad (Anexo 5.1).

#### ➤ **Determinación Número de ensayos de CBR.**

Como punto referencial se tuvo las especificaciones del MTC, como se visualiza en la tabla 07 referenciado en el (Anexo 5.2); la cual nos indica el número de ensayos CBR.

### **4.2.1.5. Ensayos De Laboratorio.**

Dichos prototipos extraídos se clasificaron y seleccionaron teniendo en cuenta el procedimiento del A.S.T.M.D – 2448 práctica recomendada para la descripción de suelos. Donde principalmente consta de las siguientes pruebas:

- Análisis granulométrico (ASTMC – 131)
- Constantes Físicas
- Limite Líquido (ASTM D – 423)
- Limite Plástico (ASTA D – 424)
- Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D – 1557)
- Ensayo de C.B.R. (AASHTO T 180 – D)

#### 4.2.1.6. Trabajo De Gabinete

De acuerdo a la información conseguida mediante el proceso del trabajo práctico en la zona de estudio y lo obtenido en pruebas de laboratorio, verificamos la distribución del suelo y sus muestras (sistema S.U.C.S y AASHTO) para luego correlacionarlos en función a las particularidades litológicas similares, así como se señala en la representación del estrato.

#### 4.2.1.7. Resumen de los resultados de las calicatas.

**Tabla 4:** Recopilación de resultados

N°	DESCRIPCIÓN	Ud.	C01	C02	C03
			E01	E02	E03
01	GRANULOMETRÍA				
01.01	N° 04"	%	100	100	100
01.02	N° 10"	%	97	98	98
01.03	N° 30"	%	95	93	95
01.04	N° 40"	%	89	87	89
01.05	N° 60"	%	82	80	86
01.06	N° 200"	%	74	72	78
02	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.20	8.7	9.30
03	LÍMITE LÍQUIDO	%	40.5	39.5	38.7
04	LÍMITE PLÁSTICO	%	21.2	21	20
05	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%	19.3	18.5	19.2
06	CLASIFICACIÓN SUCS	-	CL	CL	CL
07	CLASIFICACIÓN AASHTO	-	A-6-(11)	A-6(11)	A-6(11)
08	CBR	-	-	-	-
08,01	MÁX. DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>	1.900	1.920	1.940
08,02	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	12	12	11.6
08,03	CBR AL 100%	%	6	6.2	6.5

Fuente: *Elaboración propia*

#### 4.2.1.8. Descripción de calicatas

##### ➤ Calicata 01(km 00+500)

ESTRATO N° 01 (0.0 – 1.50mt.)

Arcilla de mediana plasticidad estado compacto y poco húmedo.

S.U.C.S = CL.

**Tabla 5:** Clasificación de suelo C1

CALICATA N°	C-1
Profundidad (mts.)	0.0 - 1.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	74.0
LL	40.5
IP	19.3
%H	9.20
Clasificación de suelo (S.U.C.S.)	CL

Fuente: *Elaboración Propia.*

##### ➤ Calicata 02 (km 01+500)

ESTRATO N° 01 (0.0 – 1.50mt.)

Arcilla de mediana plasticidad compacto y poco húmedo.

S.U.C.S = CL

**Tabla 6:** Clasificación de suelo C2

CALICATA N°	C-2
Profundidad (mts.)	0.0 - 1.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	72.0
LL	39.5
IP	18.5
%H	8.70
Clasificación de suelo (S.U.C.S.)	CL

Fuente: *Elaboración Propia.*

##### ➤ Calicata 03 (km 02+500)

ESTRATO N° 01 (0.0 – 1.50mt.)

Arcilla de mediana plasticidad compacto y poco húmedo.

S.U.C.S = CL

**Tabla 7:** Clasificación de suelo C3

CALICATA N°	C-3
Profundidad (mts.)	0.0 - 1.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	78.0
LL	38.7
IP	19.2
%H	9.30
Clasificación de suelo (S.U.C.S.)	CL

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### **4.2.1.9. Análisis de cantera**

##### **➤ Identificación de cantera**

Se encuentra en las coordenadas (Este= 537481.309-Norte= 9561968.792) al lado izquierdo de la carretera Panamericana Norte, donde se puede establecer el área de explotación.

##### **➤ Análisis de características de la cantera**

Constituida por terreno de color marrón, compuesto por piedras redondeadas cuyo tamaño máximo llega a ser de 4", de tipo Aluvial de rendimiento 40%, con un 2 % de P M de 2". Su uso y tratamiento: Relleno (65%), Sub-Base (70), Base (70%) deberá ser procesado (zarandeada), el material debe cumplir con Especificaciones Técnicas y mezclado con Hormigón.

#### **4.3. Determinación de carga vehicular**

##### **4.3.1. Generalidades**

Hacer un análisis de tránsito viene a ser un paso esencial previo a determinar el DG de la vía, ya que a través de este análisis podemos determinar el número, así como la clase de automóviles que pasan por el tramo y a partir de ahí podemos calcular con éxito nuestros radios de curvatura y otros parámetros para completar, nuestro diseño geométrico.

##### **4.3.2. Cuento y clasificación vehicular**

Llevando esta secuencia, seleccionamos un tramo estratégico ubicado entre los caseríos el Palmo-Cardalitos. Decimos que este tramo es estratégico ya que nos

ayudó a contar los vehículos que transitaban por el tramo en estudio, bien sean vehículos que ingresaban o salgan de dichos caseríos.

En la tabla 12, se visualiza lo registrado.

**Tabla 8:** Datos del conteo vehicular

EST.	UBICACIÓN	DURACIÓN	FECHA
Lorenzo	Este: 540000 Norte: 999999	7 días	Inicio: 26/10/2023 Fin: 02/11/2023

*Fuente: Elaboración Propia.*

Mediante la realización del trabajo de campo se pudo constatar que en la zona de estudio circulaban los siguientes vehículos.

**Tabla 9:** Tipo de vehículos

VEHÍCULOS LIGEROS	VEHÍCULOS PESADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moto lineal.</li> <li>• Moto Furgón.</li> <li>• Automóviles.</li> <li>• Minivans.</li> <li>• Camionetas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camión de 2 ejes.</li> <li>• Combis.</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 4.3.3. Metodología

Haciendo el procedimiento (conteo vehicular) la persona designada se ubicó en el punto, en un periodo de 07 días en el horario de 6:00 am a 6:30 pm, en donde se recopiló la información indispensable: clase de veh/d en distintos rumbos, posterior a ello se procedió a analizar la información.

#### 4.3.4. Desarrollo de información

Información lograda del conteo fue procesada en oficina, seleccionándose la información recolectada por fecha, rumbo de trayecto y clase de vehículo.

#### 4.3.5. Determinación del IMDA

Representa el promedio aritmético de volumen promedio diario anual, presente en un segmento del tramo en estudio; realizada la evaluación y teniendo en cuenta el número diario de automóviles los cuales circulan dentro del lugar seleccionado, se consideró el factor corrección, el mismo que evalúa la marcha de tránsito anual.

Como definición del IMDA, el MTC brinda la siguiente ecuación referenciada en el (Anexo 6.1.1.).

En la definición del IMD, se evalúa el registro vehicular durante los 7 días, ante ello se referencia la ecuación en el (Anexo 6.1.1.).

**Tabla 10:** Resultado del conteo vehicular

TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO VEHICULAR							TOTAL SEMANA	IMD <sub>s</sub>	FC	IMD <sub>a</sub>
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO				
Moto Lineal	12	9	7	12	13	10	15	78	11	0.997303083	11
Moto Carga	5	4	6	8	5	6	3	37	5	0.997303083	5
Automóviles	4	5	1	2	3	4	1	20	3	0.997303083	3
Camionetas	4	6	3	3	5	4	2	27	4	0.997303083	4
Minivans	0	1	0	3	2	1	0	7	1	0.98859378	1
Combis	0	2	0	1	1	0	2	6	1	0.98859378	1
Camión 2E, 3E, 4E	2	4	4	3	5	8	6	32	5	0.98859378	5
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>207</b>	<b>30</b>		<b>29</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Después de haber sido llevado a cabo el conteo diario, se calculó un IMDA de 29 Veh/día.

#### 4.3.6. Ejes equivalentes

A causa del reducido tráfico presente en el tramo, para la investigación se ha tenido en cuenta lo elaborado en el Manual de Carreteras, donde determina una categoría inferior de número de repeticiones de EE, en caso de caminos no pavimentados, se decretó una categoría menor de tráfico Tipo TON<sub>P1</sub>. (Anexo 6.2).

## **4.4. Diseño geométrico de la trocha carrozable**

### **4.4.1. Generalidades**

El diseño geométrico es un elemento esencial ya que de él depende el movimiento correcto y estable de los vehículos y al mismo tiempo permite el movimiento continuo de los automóviles anualmente, a causa de un buen diseño satisfactorio según los criterios establecidos en el MANUAL DG – 2018.

### **4.4.2. Normatividad**

El desarrollo del DG en la propuesta de mejoramiento de la trocha localizado en los caseríos el Palmo-Cardalitos, se usaron los criterios y requerimientos establecidos en el MANUAL DG, referente a carreteras de 3° clase.

### **4.4.3. Clasificación**

#### **4.4.3.1. Clasificación por demanda**

Se clasifica como carretera de 3° clase en relación a la demanda, porque tiene una IMDA inferior a 400 vehículos diarios, de igual modo se considera planificar calzada de 2 carriles con una anchura 3.30m por carril, en la parte que se relaciona al estudio de tráfico.

#### **4.4.3.2. Clasificación por orografía**

Se clasificó un tipo de terreno plano (1) puesto que, según el plano topográfico, se observaron pendientes longitudinales inferiores o iguales al 10% y pendientes transversales inferiores al 3% en relación con el eje de la carretera.

### **4.4.4. Parámetros para el diseño**

#### **4.4.4.1. Índice medio diario anual**

Se llegó a obtener un IMDA de 29 veh/día, en vista que presenta una menor incidencia se considera dentro de un rango inferior sobre la clase de tráfico pesado representado en EE, igual a  $TON_{P1}$  que se halla en un intervalo  $\leq 25,000$  EE determinado por el MTC.

#### **4.4.4.2. Velocidad de diseño (Vd)**

Fue seleccionada conforme a la orografía y clasificación del tramo, como muestra la tabla 17 referenciado en el (Anexo 7.1)



En vista que el tramo en estudio fue catalogado dentro de la 3° clase, mientras que el terreno fue considerado plano, de acuerdo al cuadro de rango de Vd se decidió que sea de 40 km/h.

#### **4.4.4.3. Radios mínimos**

Se determinó con la siguiente fórmula referenciada en el (Anexo 7.2), proporcionada por el Manual DG-2018. Además, este nos aporta factores diversos de fricción y peraltes que se tendrán que ir determinando para elegir el mejor de acuerdo a la Vd. Para esta investigación el radio mínimo empleado fue determinado con los criterios que se señalan en la tabla 18 (ver Anexo 7.2), al igual que se muestran los resultados del cálculo.

Esta investigación se realizó en área rural con orografía plana, por consiguiente, de acuerdo a la ubicación del tramo, se decretó un radio mín. de 50 m.

#### **4.4.4.4. Anchos mínimos de calzada en tangente**

Determinado de acuerdo al Manual DG-2018, así como también se muestran los siguientes datos respecto a la calzada y su ancho conforme a las distintas Vd., referente al grupo que pertenezca la vía.

El valor de su ancho conforme se muestra en la tabla 19 referenciada en el (anexo 7.3), para el tramo en estudio debe ser 6.60 metros.

#### **4.4.4.5. Distancia de visibilidad**

El manual menciona tres distancias de visibilidad, las cuales hemos tomado en cuenta dos de ellas para la investigación y se muestran enseguida.

##### **➤ Distancia de visibilidad de parada (Dp).**

Conforme al Manual DG-2018, es la menor exigida que se aplica al automóvil en movimiento y de esta forma pueda parar, evitando llegar a alcanzar a otro vehículo detenido en el camino. En la definición de esta distancia, se usó la tabla 20 referenciada en el (Anexo 7.4). Cabe decir que se tomó la Dp de 50m ya sea en bajada o en subida.

➤ **Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento (Da).**

Viene a ser la menor apta, con el objetivo de permitir a un vehículo pasar a otro. Para definir esta distancia, se tomó en cuenta la tabla 21 referenciado en el (Anexo 7.5), que nos indica el Manual DG-2018, el cual muestra una mínima Da de 270m para una Vd de 40km/h.

#### **4.4.5. Diseño geométrico en planta**

##### **4.4.5.1. Generalidades**

Una vez desarrollado tal alineamiento con tangentes y curvas, se elabora el diseño en planta, estas tienen que adecuarse lo mayor posible a la topografía del terreno. Esto se da por motivo de asegurar una vía favorable y estable.

##### **4.4.5.2. Tramos en tangente**

En el cálculo de tramos tangente, se empleó las siguientes formulas referenciadas en el (Anexo 7.6); establecidas del Manual DG-2018.

Según como se visualiza en la tabla 22 (ver Anexo 7.6) se puede apreciar las longitudes para una Vd de 40 km/h, de 56 m para trazado, 111 m para los demás casos y 668 m como la longitud máxima requerida.

##### **4.4.5.3. Curvas circulares**

Arco de radio el cual une un par de tangentes y forma una perspectiva horizontal respecto a una curva real. En el (Anexo 7.7) se pueden apreciar los elementos.

##### **4.4.5.4 Radios mínimos de Diseño**

El valor específico para radios mínimos se puede obtener utilizando la tabla 23 mostrada en el (Anexo 7.8.), la cual también se obtiene aplicando la siguiente formula referenciada en el mismo anexo.

La máx. fricción transversal fue 0.17 debido a que la Vd fue 40 Km/h, (Anexo 7.8).

En la tabla 24 referenciado en el (Anexo 7.8.1) se obtuvo 60m para el valor del radio mín. esto determinado de acuerdo a que se obtuvo 40km/h en Vd, mientras que el valor límite de fricción fue 0.17.

#### **4.4.5.5. Curvas de transición**

En caso de usar curva de transición, su distancia de la espiral tendrá que ser mayor al  $L_{mín}$  y menor a  $L_{máx}$ , conforme a lo mostrado en el (Anexo 7.9).

En la tabla 25 referenciada en el (Anexo 7.9); se indica el cálculo para la  $L_{máx}$  respecto a esta curva usada dentro de la investigación, teniendo en cuenta que 40 Km/h viene a ser la  $V_d$ , así como de acuerdo al radio empleado, el cual dio como resultado 37.95m.

Lo indicado en la DG-2018 respecto a la 3° clase de carretera, en caso que el radio de curvas horizontales fuera mayor a lo mostrado dentro de la tabla 26 referenciada en el (Anexo 7.9.1); se puede omitir las curvas de transición.

#### **4.4.6. Diseño geométrico en perfil**

##### **4.4.6.1. Generalidades**

Formación de rasante, el cual consta de una asociación de líneas sujetadas entre arcos parabólicos, nombrados curvas verticales. Estas entre 2 pendientes consecutivas facilitan el paso a pendientes de distintos tamaños, al eliminar cambios repentinos en la rasante.

##### **4.4.6.2. Pendiente**

###### **➤ Pendiente mínima**

Conforme a lo dicho por el Manual DG es preferible contar con una pendiente de alrededor del orden de 0.5%, para permitir el drenaje del agua superficial en varios puntos de la carretera.

###### **➤ Pendiente máxima**

La siguiente tabla 27 referenciada en el (Anexo 7.10) fue la utilizada, el cual asocia a la vía al grupo que pertenece, así como la  $V_d$ , de esta forma se indica con respecto a lo detallado en el Manual DG-2018. Por lo que 8% fue el valor estimado para una máx. pendiente.

#### **4.4.6.3. Curvas verticales**

El manual DG 2018, define que, en las vías sin pavimentar, su disparidad entre pendientes viene a ser superior al 2%, los tramos sucesivos de rasante estarán conectados mediante curvas verticales parabólicas.

Además, determina a estas curvas, empleando un factor K de curvatura, esta será igual a la distancia de la curva respecto al eje horizontal, por cada 1% de cambio en pendiente, así se señala en el (Anexo 7.11).

##### **➤ Tipos de curvas verticales**

Están divididas: curvas verticales convexas y cóncavas conforme su forma, simétricas y asimétricas según la asociación de las ramas que forman la curva vertical, tal y como lo muestra en el (Anexo 7.11.1).

##### **➤ Curva vertical simétrica**

Esta consta de un par de parábolas de similar longitud. En la imagen referenciada en el (Anexo 7.11.2.), se indican los elementos para esta curva.

##### **➤ Curva vertical asimétrica**

Consta de 2 parábolas que tienen distintas longitudes (L: 1 y 2). La imagen referenciada en el (Anexo 7.11.3) la cual muestra los elementos de esta.

##### **➤ Longitud de curvas convexas**

Hay dos principios para hallar la longitud mínima para esta curva. Conforme a los principios de  $V_p$  y  $V_a$ .

Dentro de la Tabla 30 referenciada en el (Anexo 7.12); se encuentra a cuánto equivale el factor K y así calcular la longitud de la curva convexa. Las cuales fueron 3.8 y 84 para  $V_p$  y  $V_a$  respectivamente.

##### **➤ Longitud de curvas cóncavas**

Existe un solo principio para determinar su dimensión lineal mín. respecto a la curva, esto conforme al principio de  $V_p$ .

La tabla 31 referenciado en el (Anexo 7.12.1); se encuentra a cuánto equivale el factor K y así calcular la longitud de la curva cóncava, la cual tuvo un valor de 9.

#### **4.4.7. Diseño Geométrico de la sección transversal**

##### **4.4.7.1. Generalidades**

Define los componentes de vía vista desde el plano normal vertical de corte a la orientación horizontal, para posteriormente poder plasmar la distribución y magnitud de dichos componentes; así mismo cabe señalar que los puntos correspondientes a cada tramo de la vía están relacionados al lugar de origen.

##### **4.4.7.2. Calzada**

La vía de estudio del proyecto consta de dos carriles para que vehículos más grandes y más pequeños puedan circular en ambos rumbos.

###### **➤ Ancho mínimo de calzada en tangente**

Según las determinaciones del DG-2018, en la Tabla 32 referenciada en el (Anexo 7.13); se refleja tanto el tipo de vía como de tráfico, así como la Vd, con el fin de hallar el ancho mín. de calzada, el cual fue de 6.60m para la 3° clase.

###### **➤ Ancho de calzada en curva**

Determinado por sobreancho necesario para que el vehículo pueda maniobrar satisfactoriamente, dado el ancho de la carretera en curva.

##### **4.4.7.3. Bermas**

Se trata de franjas longitudinales del mismo ancho que se colocan a lo largo del borde de la vía; también son útiles para estacionar un vehículo de manera segura. Optamos por utilizar la tabla 33 referenciada en el (Anexo 7.14); que contiene información de acuerdo a las especificaciones de la DG-2018, el cual señala 1.20m para la berma.

##### **4.4.7.5. Peralte**

Diseñada con el objetivo de neutralizar la fuerza centrífuga. Por lo tanto, su excedente máximo fue de 8% para este proyecto, en tabla 34 referenciada en el (Anexo 7.15).

#### 4.4.7.6. Taludes

En la definición de la pendiente de talud tanto de terraplén como de corte, fue considerada el DG-2018. En cuanto a determinar el segundo tipo de talud para esta investigación, adoptamos la Tabla 35 referenciada en el (Anexo 7.16), la cual muestra que el talud está relacionado con altura de corte, así como el material extraído, de esta manera el valor para este fue de 1:1.

El Talud en área de relleno (terraplén) se determina según la Tabla 36 referenciada en el (Anexo 7.16.1); donde se muestra que el talud variará dependiendo de las características del material con el que este fabricado. Para este proyecto, el talud de relleno se fijó en 1:1.5.

#### 4.4.8. Resumen de diseño en zona rural

Lo siguiente proporciona una descripción general de los parámetros de diseño clave a tener en cuenta para esta investigación.

**Tabla 11:** Resumen de parámetros de diseño

RESUMEN	
Clasificación según demanda	3° Clase
Clasificación según orografía	Plano (Tipo 1)
IMDA	< 400 veh/día
Vd	40 km/h
Pendiente mín	0.5%
Pendiente máx	8.00%
Radio mín	60 m
Ancho de calzada	6.6 m
Ancho de berma	1.20 m
Peralte máx	8 %
Talud de corte	1:1
Talud de relleno	1:1.5

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.5. Diseño del afirmado**

El afirmado se conforma de tres materiales como: piedra, arena, finos o arcilla. La combinación de estas tres hace que el efecto pretendido sea muy bueno, al igual que el material de nuestra cantera

- Para soporte de las cargas, una cantidad porcentual de piedra.
- Para estabilidad de la capa, una cantidad porcentual de arena seleccionada.
- En la unión de materiales de la capa de afirmado, una cantidad porcentual de finos.

##### **4.5.1. CBR de subrasante**

Conforme al contenido del manual de carreteras, se utiliza el valor más bajo para lograr el CBR del proyecto, debido a que son estos datos los principales en el tramo en estudio, por lo que usamos el CBR= 6% correspondiente al material de la calicata N°01.

##### **4.5.2. Categoría de subrasante**

Como se mencionó antes para un CBR (6%), la subrasante cae en la categoría regular (S2), como se visualiza en la siguiente tabla referenciada en el (Anexo 8.1).

##### **4.5.3. Espesor de afirmado**

Con respecto al manual menciona que, la siguiente ecuación referenciada en el (Anexo 8.2); del método NAASRA, se utiliza como referencia para poder conocer su dimensión, la cual asocia el valor del CBR, así como la carga que actúa encima del mismo, manifestado en EE:

El espesor recomendado es el siguiente, considerando bases con CBR  $\geq 6\%$  a CBR  $> 30\%$  y tráfico con repeticiones hasta 300.000 EE.

$$e = 208.5264613901 = 250 \text{ mm}$$

De esta manera se obtuvo un valor de 250 mm tal y como se muestra en los cálculos.

**Tabla 12: Espesor de afirmado en mm**

CBR % Diseño	EJES EQUIVALENTES																		
	10,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	75,000	80,000	90,000	100,000	110,000	120,000	130,000	140,000	150,000	200,000	300,000
6	200	200	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	350
7	300	300	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300
8	150	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300
9	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250
10	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250
11	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250
12	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
13	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
14	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	150	200	200	200	200	200	200	200
16	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200
17	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200
18	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200
19	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
20	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
30	150	150	150	150	150	150	250	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Fuente: Manual de Carreteras Secciones Suelos y Pavimentos.



## V. DISCUSIÓN

**Respecto al objetivo general**, desarrollar una propuesta de mejoramiento de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. La indagación investigativa para dicho mejoramiento se basó en el MANUAL DG – 2018 en relación a la topografía, mecánica de suelo y diseño geométrico, determinando que en dicha área las coordenadas dieron una superficie contorneada con curvas pequeñas y grandes, asimismo se halló el CBR y la humedad, también se efectuó IMDA siendo una carretera de tercera clase, estas estimaciones fueron contrastadas numéricamente de manera particular en los objetivos específicos con trabajos previos que respaldaron la investigación, ante ello, según el MTC (2018) las trochas vienen a ser de la categoría más baja, no satisfaciendo así las condiciones geométricas de la vía, comúnmente con IMDA menor a 200 Veh/día y su superficie de rodadura puede ser sin pavimentar o no pavimentada con vías de al menos 4 metros de ancho, de tal modo, García, Pérez y Camacho (2018) establecieron que el diseño de mejoramiento de carreteras es la consideración principal en todas las fases del diseño vial, es particularmente evidente en la uniformidad y simplicidad de los diseños, que permiten a los conductores trasladarse y transitar cómodamente, permitiendo el acceso a territorios, para ello es necesario basarse en los estándares de diseño geométrico estimando los efectos operativos de las vías; dicho estándar también vela por la seguridad. A continuación, estos resultados obtenidos en la investigación se contrastaron de la siguiente manera:

**En el primer objetivo específico**, efectuar un estudio topográfico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. La presente investigación realizó la topografía georreferenciada con GPS Garmin, donde se ubicaron marcas sobre lugares definidos los cuales se usaron como indicadores, donde la coordenada inicial fue Este: 539121.00, Norte: 9561379.00 y Altitud: 158.25; en la coordenada final fue Este: 538601.00, Norte: 9563255.00 y Altitud: 149.14, asimismo la triangulación de superficie determinó una superficie con curvas de nivel, siendo a cada 0.50 m y 2.50 m, tanto para las menores como mayores respectivamente. Estos hallazgos fueron contrastables

con la investigación de Malca (2018) en Lambayeque de las trochas carrozables en carretera a nivel afirmado del caserío Agua Santa, donde ejecutaron la topografía decretando coordenada inicial en Este 420131.00, Norte: 8632833.00 y Altitud: 145.30; en la coordenada final fue Este: 465571.00, Norte: 8925285.00 y Altitud: 139.20, teniendo entre el 1 y 5% de inclinación con 3 metros a cada curva secundaria y 8 metros a las curvas maestras, además la Vd fue 40 km/h. Asimismo, fue correlativo con la investigación de Garcia y Jacinto (2021) que evaluaron las trochas carrozables del Camino Vecinal Surpampa (Ayabaca), determinaron en el levantamiento topográfico un terreno ondulado – accidentado, y tramo con ancho que va de 3.5 a 5.00 m, además, evidencia terrenos de resalte colinoso y fuerte pendiente. Según Puchol (2016).la topografía en las carreteras se basa en las características específicas de algunos elementos de la zona, estos incluyen colinas, ríos, árboles, edificios y caminos, entre otras cosas, para ello se realiza el control de amplitud y frecuencia de estado, también Roblero et al. (2022) mencionó que la examinación de la superficie de un área geográfica teniendo en cuenta las características naturales. Por lo tanto, de acuerdo a la presente investigación con los autores mencionados, se destacó que para el proceso de nivel afirmado en los puntos de partidas evaluados sobre la posición y forma del terreno son adecuadas para la ejecución de obras

**En el segundo objetivo específico,** realizar el estudio de mecánica de suelos para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. La investigación generó 03 calicatas con 1.50mt. de hondura, teniendo las determinaciones del Manual MTC, siendo vías con un IMDA  $\leq$  200 veh/día, el cual se determinó contenido de humedad de 9.20%; 8.70% y 9.30% con CBR al 100% donde fue 6%, 6.2% y 6.5%. Dichos resultados fueron semejantes a Cruz (2022) quien estimó la trocha en tramo Tacahuara - Pallcora, región Apurímac, en el que encontró 1.880 gr/cm<sup>3</sup> de máx. densidad seca, CBR de 6.30% al 100%, y 11.50% de humedad óptima. De igual manera, los análisis fueron comparativo con Romero (2018) quién evaluó las trochas carrozables en el tramo Campo Piura – Guayabito, obteniendo longitud de 7.427 km con IMDA de 330 veh/día, se consideró por la norma 10 % de pendientes, 30 km/h de Vd., y 0.50 m de ancho de berma. De

acuerdo a Macías et al. (2018) el análisis de suelos identifica sus propiedades para examinar la viabilidad técnica del alineamiento horizontal y vertical, clasificando los distintos tipos de materiales de corte y ubicar el nivel freático; en el mismo contexto según Llano, Ríos y Restrepo (2020) el estudio de suelos en carretera describe la composición estratigráfica en cada profundidad, averiguando si una parcela de tierra tiene un nivel freático o qué tan profundo es el nivel de los cimientos, capacidad de carga. En tal sentido, la presente investigación contrastados con los autores, la humedad es nivel bajo considerable para la intervención, pero su subrasante viene a ser poca para resistir cargas intensas; en consecuencia, debe que trabajarse empleando material de base con el fin de obtener un buen afirmado de trocha.

**En el tercer objetivo específico**, determinar la carga vehicular de la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. La investigación destacó un conteo de 7 días, reclutando vehículos ligeros y pesados; donde se tuvo en moto lineal 11 IMD<sub>a</sub>, moto carga 5 IMD<sub>a</sub>, automóviles 3 IMD<sub>a</sub>, camionetas 4 IMD<sub>a</sub>, minivans 1 IMD<sub>a</sub>, combis 1 IMD<sub>a</sub>, Camión 2E, 3E, 4E 5 IMD<sub>a</sub>, siendo un total de IMDA 29 Veh/día. Estos análisis fueron congruentes con la Navarrete & Duarte (2020) quién estudió las trochas situadas en Villa Paúl y municipio de Funza, el cual decretó IMDA 30 Veh/día para el tipo de su carretera realizando un conteo de 10 días. Por otro lado, no fue congruente con Condori (2019), quién alcanzó un IMDA promedio de 101 veh/día en una trocha carrozables de Huancayo, no cumpliendo con la norma. Estos resultados se respaldan con Aarón et al. (2019) detalla que la carga vehicular se clasifica en el número de vehículos y peso que se desplaza por carreteras a cierta distancia; empleando servicio eficiente y económico para la sociedad; de cierto modo debe cumplir con IMDA que establezca la norma. En tal aspecto, con los autores comparados, se concluyó que la presente investigación se relaciona con el estudio de Navarrete & Duarte (2020), ambas partes tuvieron un IMDA 29 y 30 Veh/día para el tipo de su carretera en un periodo de corto plazo, siendo la valoración del volumen de vehículos que transitan en dichos lugares para el análisis del soporte de carretera en función a la propuesta de nivel afirmado.

**En el cuarto objetivo específico**, elaborar el diseño geométrico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. Para esta medida la investigación estipuló el MANUAL DG – 2018, clasificándose como una vía de 3° clase con Vd de 40 km/h, siendo la velocidad seleccionada en la que se podrá mantener con solidez y bienestar en la calzada de 2 carriles de ancho 3.30 m = 6.60m, asimismo se asignó un radio mínimo de 60 m, berma de 1.20m, pendiente mínima de 0.5% y máximo 8%; asimismo el peralte fue 8%. Estos análisis fueron corroborados con trabajos previos, como de Verástegui (2021) quien propuso un mejoramiento de trocha carrozable en una comunidad de Cajamarca, lo cual gestionó una clasificación de 3° clase con 40 km/h, 6m de calzada, y 50m de radio mín. para el DG, bajo las normas DG – 2018. Sin embargo, a diferencia del anterior resultado, el investigador Condori (2019) quien diseñó trochas según lo señalado en el DG-2014 en Huancayo, comprobó que el ancho superficie fue 4.50 m., con pendiente 5.78%, además en las estaciones vehiculares consolidó conteo de IMDA que alcanzó promedio de 101 veh/día, no alcanza con IMDA requerido según la norma; tal como lo establece Barardo, Baruzzi y Dapas (2017) que el diseño geométrico, en una carretera determina cómo se construye, incluidas sus características visibles. Pavimento, canalización de taludes, alineación, intersecciones, etc. siguen las normas, asimismo lo respalda Castilla y Ordoñez (2014) que la geometría general de una carretera o intersección está determinada por una serie de factores, incluidos los estudios de campo, la selección de rutas, los parámetros de diseño, el análisis y el cálculo de la alineación vertical y horizontal de las carreteras. Dichos hallazgos del diseño geométrico fueron relacionables con el autor Verástegui (2021) aprobado bajo el MANUAL DG – 2018, pero en la investigación de Condori (2019) no se establece un adecuado diseño geométrico para el mejoramiento de las trochas carrozables, ante ello estos análisis ayudan al profesional a llevar una gestión de desarrollo civil para prevenir consecuencias ante los factores externos y no caer en las brechas que se presentan a diario.

**En el quinto objetivo específico**, diseñar la estructura del afirmado de la trocha entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023. La investigación tuvo una subrasante regular con CBR entre 6% y 10% correspondiente al material de la calicata, asimismo los espesores de afirmado

fueron de 250 mm ejes equivalentes. Estos resultados fueron parecidos con los de Cruz (2022) quien midió de la trocha el afirmado en un trayecto de Apurímac, estimando un CBR de 6.30% siendo regular para el soporte de peso con 280 mm ejes equivalentes. De igual manera, Verástegui (2021) presentó una subrasante regular con CBR de 7% con 300 mm ejes equivalentes. Los hallazgos encontrados fueron amparados por Guerra y Guerra (2020) enuncia que la superficie en nivel afirmado de una carretera formadas por capas fabricadas con tipos de materiales (piedra, arena y polvo fino), cuya adecuada combinación determina la viabilidad del material. En ese marco evaluado, se confrontó que la presente investigación tuvo concordancia con Cruz (2022) y Verástegui (2021), donde el ensayo empírico de lugar de estudio destacó un CBR entre 6% a 10%, siendo el parámetro cuantificable que demuestra la capacidad resistente de subrasante para el afirmado, cumpliendo con lo exigido que se instituyen dentro de las normas, así como de densidad y humedad.

## **VI. CONCLUSIONES**

Dentro del objetivo general, se desarrolló una propuesta de mejoramiento de la trocha entre el caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023, concluyendo que los factores hallados en el análisis topográfico, MDS, determinación de carga vehicular, diseño geométrico y diseño de afirmado cumplen con el MANUAL DG – 2018.

Para el primer objetivo específico, se efectuó un análisis topográfico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Tumbes 2023, examinando coordenada inicial en Este: 539121.00, Norte: 9561379.00 y Altitud: 158.25; y en coordenada final en Este: 538601.00, Norte: 9563255.00 y Altitud: 149.14, el cual se tuvo una superficie contorneada, curvas más pequeñas cada 0.50m y más grandes cada 2.50m.

En el segundo objetivo específico, se desarrolló un estudio MDS para mejorar la trocha entre tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Tumbes 2023, bajo el desempeño de las determinaciones del MTC, se evaluó una perforación de 03 calicatas con profundidad de 1.50mt., siendo una vía con IMDA  $\leq$  200 vehículos por día, con contenido de humedad 9.20%, 8.70% y 9.30% con CBR al 100% donde fue 6%, 6.2% y 6.5%.

En el tercer objetivo específico, se estimó la carga vehicular de la trocha entre Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Tumbes – 2023, calculando en 7 días la valoración del volumen de vehículos que transitan en dicho lugar, siendo un total de IMDA 29 Veh/día para la estructura del nivel afirmado.

En el cuarto objetivo específico, se elaboró un diseño geométrico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023 enfocado al MANUAL DG – 2018, concluyendo ser de 3° clase, con Vd. de 40 km/h, calzada de carriles 6.60m, radio mínimo de 60 m, berma de 1.20m, pendiente 0.5% - 8%; y peralte 8%, aprobando tener adecuados parámetros para el mejoramiento.

En el quinto objetivo específico, se diseñó la estructura del afirmado de la trocha entre Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Tumbes – 2023, encaminado por el MANUAL DG – 2018, se apreció una subrasante con CBR entre 6% y 10% y espesores de afirmado de 250 mm EE.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Este plan debe implementarse de inmediato, ya que abordará los problemas y limitaciones que enfrentan los residentes del distrito y mejorará así su nivel de vida; se recomienda que las obras de mejora de la vía se realicen cuando no llueva para evitar problemas con los materiales utilizados y asegurar una compactación efectiva.

Seguir siempre las condiciones del manual de diseño vial y las normativas proporcionadas por el MTC, luego de alcanzar el nivel afirmado, realizar el mantenimiento adecuado para mantener el camino en buenas condiciones y evitar un posible deterioro de la carretera.

Implementar plenamente medidas de mitigación y planes de acción de emergencia dentro del alcance del impacto del proyecto. Al aplicar el plano, tenga cuidado de rellenar con materiales que no contengan residuos orgánicos y fluyan de los cortes. También se recomienda considerar la fuerza laboral en el lugar para crear oportunidades de empleo.

Se aconseja a los habitantes de Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos ejercer mantenimiento las carreteras vehiculares, para que la carga vehicular se transporte de manera eficiente, especialmente durante la temporada de lluvias, con el propósito de evitar desprendimientos y accidentes.

Para mantener un diseño geométrico adecuado al momento de realizar el mejoramiento es necesario enfocarse en el manual de carreteras más actualizados para generar mayor exactitud y garantizar un flujo fluido de vehículos, obras de arte, sistemas de drenaje y eficaz funcionalidad hidráulica.

Al momento de ejecutar el nivel afirmado, se debe interceder con las normas recomendadas y con materiales de viabilidad consistente; además prestar especial atención a la eliminación de todo tipo de materias extrañas que puedan ser perjudiciales para la estructura, como también informar los aspectos negativos y positivos a los pobladores.



## REFERENCIAS

AGUILAR, D. Y LUNA, H., 2021. *Propuesta de Diseño Geométrico para el Mejoramiento de la Carretera Puente Olama – Puente Wiliwa, Est. 126 + 000.00 - Est. 133 + 500.00 (7.5 km), Municipio de Muymuy, Departamento de Matagalpa* [en línea]. Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería RIBUNI, Managua, Nicaragua, Disponible en: <https://descubridor.uni.edu.ni/Record/4216/Description#tabnav>

ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M. & BENÍTEZ, R., 2020. Stabilization of soils through the use of oily sludge. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea], vol.35, no.1. ISSN: 07185073. Disponible en: [https://www.scielo.cl/pdf/ric/v35n1/en\\_0718-5073-ric-35-01-5.pdf](https://www.scielo.cl/pdf/ric/v35n1/en_0718-5073-ric-35-01-5.pdf)

AARÓN, M., GÓMEZ, C., FONTALVO, J., GOMEZ, A. 2019. Análisis de la Movilidad Vehicular en el Departamento de La Guajira usando Simulación. El Caso de Riohacha y Maicao. *Análisis de la Movilidad* [en línea], vol.30, no.1. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v30n1/0718-0764-infotec-30-01-321.pdf>

ALVAREZ, J., 2021. Dinámica evolutiva de los usos y coberturas del suelo en la provincia de Salamanca. Análisis comparado y repercusiones en el paisaje rural de cuatro comarcas de estudio. *Espacio, Tiempo y Forma: Geografía* [en línea], no. 14, pp. 259-274. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2606936398/5AA63C1C9A714162PQ/3>

ARIAS, J., 2020. *Técnicas e instrumentos de investigación científica* [en línea]. Editorial Enfoques Consulting EIRL. pp. 173. ISBN: 9786124844409. Disponible en: <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2238>

BERARDO, M., BARUZZI, A. y DAPAS, O., 2017. Manual de diseño geométrico vial [en línea]. Editorial Brujas, Tomo II. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2131122680/FE1B5AECB65F477CPQ/5>

BLASQUEZ, M., CORREIA, A. y LEAL, R., 2017. Proyecto de ferrocarril Awash-Kombolcha-Hara Gebaya, Etiopía. Diseño orientado a obras en países en

desarrollo. *Hormigón y Acero* [en línea], vol. 68, no. 283, pp. 185-191. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0439568917300335>

BRICEÑO, L., 2017. *Propuesta de Mejoramiento de la Carretera a Nivel Afirmado entre los Tramos del Caserío de Nueva Delicia - Chinchupata, Chillia – Pataz La Libertad 2017* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Privada de Trujillo, Perú. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1681029>

BUSTAMANTE, F., MARÍN, N. y BENITES, J., 2022. Uso de Vinaza de *Saccharum officinarum* para Estabilización de Suelos Cohesivos. *Revista Infraestructura Vial* [en línea], vol. 24, no. 43. ISSN: 2215-3705. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v24n43/2215-3705infraestructura24-43-73.pdf>

CASTILLA, M. y ORDOÑEZ, M., 2014. Entorno geométrico eficiente para el modelado de imágenes en 3D. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería* [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 20-24. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131512000685>

CHAVEZ, C., ESPINOSA, J., ALARCÓN, J. y ROCHA, A., 2016. Colapso por humedecimiento en los terraplenes de la autopista Páztcuaro-Uruapan. *Ingeniería, Investigación y Tecnología* [en línea], vol. 17, no. 2, pp. 201-210. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774316300051>

CONDORI, J., 2019. *Diseño geométrico de trochas carrozables según norma DG-2014: Análisis de casos* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Peruana del Centro. Disponible en: <https://repositorio.upecen.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14127/175/DISE%c3%91O%20GEOM%c3%89TRICO%20DE%20TROCHAS%20CARROZABLES%20SEG%c3%9aN%20NORMA%20DG2014%20AN%c3%81LISIS%20DE%20CASOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONDORI, P., 2020. Universo, Población y Muestra. *Acta académica* [en línea], vol. 1, no.2. pp. 1-16. Disponible en: <https://n2t.net/ark:/13683/pvny/o7c>

DIARIO EL PERUANO., 2023. *MTC avanza en el mejoramiento de las rutas alternas a la Carretera Central*. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2023]. Disponible en: <https://www.elperuano.pe/noticia/203801-mtc-avanza-en-el-mejoramientodelas-rutas-alternas-a-la-carretera-central> .

DIARIO EL COMERCIO., 2022. *MTC destinará parte de su presupuesto del 2023 al mejoramiento y construcción de 350 kilómetros de vías*. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2023]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/peru/presupuesto-2023ministeriodetransportes-y-comunicaciones-proyecta-el-mejoramiento-y-construccion-de-350-kilometros-de-vias-al-siguiente-ano-rmmn-noticia/> .

DIARIO EL PERUANO., 2023. *Decreto Supremo que declara el Estado de Emergencia Nacional, por desastre de gran magnitud, a consecuencia de intensas precipitaciones pluviales en los departamentos de Lambayeque, Piura y Tumbes*. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2023]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-declarael-estado-de-emergencia-nacional-decreto-supremo-n-043-2023-pcm-2163839-1/>

FUERTE, R. y AGUILAR, J., 2023. *Diseño geométrico del tramo (k10+000) hasta (k12+000) de la vía que comunica al municipio de Jerusalén con el municipio de Guataquí Cundinamarca para garantizar una mejor movilidad en el sector* [en línea]. Universidad de Colombia del Alto Magdalena, 155 pp. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/12776/TRABAJO%20DE%20GRADO%20DISE%C3%91O%20GEOM%C3%89TRICO.pdf?sequence=1>

GALLEGO, A. Y SÁNCHEZ, M., 2015. *Manual de Topografía en Ingeniería* [en línea]. Editorial Universidad Politécnica de Valencia, España, 18 pp. Disponible en: [https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/94991902-5f0a-4616-9f60-98d193a6a523/TOC\\_6139\\_01\\_01.pdf?guest=true](https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/94991902-5f0a-4616-9f60-98d193a6a523/TOC_6139_01_01.pdf?guest=true)

GARCÍA, A., PÉREZ, A. Y CAMACHO, F., 2018. *Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento* [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia, escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 10 pp. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16911/Introducci%C3%B3n%20al%20dise%C3%B1o%20geom%C3%A9trico%20de%20carreteras.pdf>

GARCÍA, Y. y PEÑA, N., 2020. Los conductores de transporte público perciben el peligro apropiadamente en las carreteras de montaña. *Revista Inventum* [en línea], vol. 15, no. 29, pp. 49-58. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2688581338/F0A4B055972F4B2DPQ/1>

GUERRA, P. y GUERRA, C. 2020. Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia* [en línea], vol. 20, no. 20. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071081X2020000200008](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071081X2020000200008)

GUEVARA, G., VERDESOTO, A. Y CASTRO, N., 2020. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista RECIMUNDO* [en línea], vol. 4, no. 3, pp. 163-173. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>

GUTIÉRREZ, M., 2017. *Gestión de Carreteras no Pavimentadas* [en línea]. Tesis posgrado, Universidad Politécnica de Madrid, España. Disponible en: [https://oa.upm.es/52693/1/TFM\\_MARCO\\_ANTONIO\\_GUTIERREZ\\_SOTO.pdf](https://oa.upm.es/52693/1/TFM_MARCO_ANTONIO_GUTIERREZ_SOTO.pdf)

HERNÁNDEZ, R., MENDOZA, C. (2018). Metodología de investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: Mc Graw Interamericana Editores. 634 pp. ISBN 9781456260965

HUARAZ, L. Y SÁNCHEZ, A., 2020. *Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel afirmado, tramo San Luis – Santa Cecilia, distrito de Usquil, Otuzco, La Libertad* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Cesar vallejo, ingeniería civil. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44905>

LLANO, E., RIOS, D. y RESTREPO, G., 2020. Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad. *Tecnológicas* [en línea],

vol. 23, no. 49, pp. 185-199. Disponible en:  
<https://www.proquest.com/docview/2604900138/5016A84C9F4A451CPQ/2>

MANTILLA, E., 2018. *Diseño para el mejoramiento de la carretera en el tramo Campo Piura – Guayabito* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Cesar vallejo, ingeniería civil. Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25123>

MALCA, L., 2018. *Diseño Para El Mejoramiento De La Carretera A Nivel De Afirmado Entre El Caserío Agua Santa - Olmos, Distrito De Olmos - Lambayeque – Lambayeque* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Cesar vallejo, ingeniería civil. Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25142?locale-attribute=es>

MARCAS A., 2019. *Propuesta de diseño para el mejoramiento de la Carretera con pavimento flexible entre el Distrito de Locroja (0+000) – Provincia de Churcampá (16+000); Departamento de Huancavelica, 2019* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Huancavelica. Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51602>

MEJIA, C., ARROYO, M. y GAYTÁN, A., 2014. Un enfoque multicriterio para el diseño de una red para el transporte de embarques internacionales. *Contaduría y Administración* [en línea], vol. 59, no. 4, pp. 193-221. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0186104214701603>

MENDOZA, E. Y TENAZOA, R., 2021. *Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal Tramo: Shamboyacu – Chovaico – Nuevo Amazonas - Lejía; Picota - San Martín. Tarapoto. Perú* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Científica del Perú. Disponible en:  
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1948>

MERLO, L., 2018. *Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado cruce distrito Santa Cruz de Toledo – caserío Ayambra, provincia de Contumazá – Cajamarca* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Cesar vallejo, ingeniería civil. Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28682>

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES., 2018. *Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Dirección general de caminos y ferrocarriles*, [Fecha de consulta: 15 de mayo 2023]. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)

OCHOA, J., YUNKOR, Y., 2020. The descriptive study in scientific research. *Acta jurídica peruana, artículo científico* [en línea], vol.2, no.2. 19 pp. Disponible en: <http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/224/191>

PECHE, J. Y ARMAS, R., 2018. *Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo: La Arena- Chungal-Huacchacchac, distritos Huamachuco-Sanagorán, provincia Sánchez Carrión, departamento la Libertad* [en línea], tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33891>

PENABAD, L., IZNAGA, A. y RODRÍGUEZ, P., 2018. Valor límite del indicador: utilización de vehículos de transporte de carga por carretera. *Ingeniería Industrial* [en línea], vol. 39, no. 3, pp. 291-302. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v39n3/1815-5936-rii-39-03-291.pdf>

PUCHOL, V., 2016. Instrumentación, monitorización y análisis del Puente de la Constitución de 1812 sobre la Bahía de Cádiz. *Hormigón y Acero* [en línea], vol. 67, no. 278, pp. 261-266. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0439568916300365>

RAMOS, R. Y VIÑA, M., 2020. Applied research. *Revista Ofil·llaphar* [online], vol. 30, no. 2. ISSN:1699714. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699714X2020000200093](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699714X2020000200093)

REQUENA K. Y FLORES R., 2021. *Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Desvío San José De Curis – Tambo Cruz Distrito Yauca Del Rosario – Ica*, 2021 [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66247>

ROBLERO, R., FLORES, J., CHÁVEZ., J. Y REYES, A., 2022. Evaluación de la confiabilidad de tres métodos topográficos para generar modelos digitales de elevación (MDE). *Ingeniería agrícola y biosistemas* [en línea], vol. 12, no. 2. ISSN: 20074026. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200740262020000200159&script=sci\\_arttext&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200740262020000200159&script=sci_arttext&tlng=es)

SANGAY M., 2019. *Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre los caseríos La Colpa y Agocucho, distrito Cajamarca- Cajamarca* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49136>

SÁNCHEZ, F., 2019. Epistemic Fundamentals of Qualitative and Quantitative Research: Consensus and Dissensus. *Revista digital de investigación* [online]. vol. 13, no. 1. ISSN: 2223-2516. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S22232516201900010000](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S22232516201900010000)

USMA, J., MADRIGAL, J. Y PÉREZ, J., 2018. Diseño geométrico de un propagador de rayos ópticos sobre un sistema acoplado de lentes. *Revista EIA* [en línea], vol. 15, no. 29. ISSN: 17941237. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1492/149256546007/149256546007.pdf>

VARELA, R y OROZCO, J., 2021 An overview of asphalt pavement design for streets and roads. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* [en línea], no. 98, pp. 10-26. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2434434460/D8E63AC3F4E84957PQ/4>

VELASCO J., 2018. *Propuesta de mejoramiento del camino vecinal Pacaipampa –Santa Rosa, progresiva 0+000 al 5+000, distrito de Pacaipampa, Provincia de Ayabaca, departamento de Piura* [en línea]. Tesis pregrado, Universidad Nacional de Piura. Disponible en: <https://1library.co/document/z120xxey-propuesta-mejoramiento-pacaipampa-progresiva-distrito-pacaipampa-provincia-departamento.html>

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo general	Hipótesis	Metodología
¿Cuáles son las características de la propuesta de mejoramiento de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?	Desarrollar una propuesta de mejoramiento de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023.	La investigación por ser de carácter no experimental no sugiere el planteamiento de hipótesis	<p style="text-align: center;"><b>Tipo</b> Aplicada</p> <p style="text-align: center;"><b>Enfoque</b> Cuantitativo</p> <p style="text-align: center;"><b>Nivel</b> Descriptivo</p> <p style="text-align: center;"><b>Diseño</b> No Experimental</p> <p style="text-align: center;"><b>Población</b> Trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo – Cardalitos.</p> <p style="text-align: center;"><b>Técnica</b> La observación</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos		
¿Qué características topográficas encontramos entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?	Efectuar un estudio topográfico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023.		
¿Qué características de suelo encontramos entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?	Realizar el estudio de mecánica de suelos para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023.		
¿Qué características de carga vehicular encontramos entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?	Determinar la carga vehicular de la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023		
¿Cómo es el diseño geométrico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?	Elaborar el Diseño Geométrico entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023.		
¿Cómo es el diseño afirmado entre los tramos del caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023?	Diseñar la estructura del afirmado de la trocha carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023.		



## Anexo 2: Matriz de operacionalización

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mejoramiento de la trocha carrozable.	La propuesta de mejoramiento se basa en la guía técnica del mantenimiento de la dirección de Carreteras, conformado por etapas del ciclo de vida que operan técnicos y profesionales del sector público y privado para el desarrollo, teniendo en cuenta las velocidades, efectos de geometría, capacidades de las vías, restricciones de los accesos y características de los vehículos (Ministerio de transporte 2018).	La variable fue operacionalizada en 5 componentes, siendo el estudio topográfico, mecánica de suelos, la determinación de carga vehicular, el diseño geométrico y el diseño de afirmado que serán medidas por escala razón e intervalo.	Levantamiento topográfico	Trazo Longitudinal (m)	Razón
				Perfil Longitudinal (m2)	Intervalo
				Alineamiento (Km)	Razón
				Secciones Transversales (m2)	
			Estudio de mecánica desuelos	Granulometría	Razón
				Contenido de Humedad (%)	
				Límites de Atterberg (%)	
				Densidad Seca Máxima (kg/m3)	
			Carga vehicular	CBR (%)	Razón
				Flujo vehicular	
			Diseño geométrico	Volumen de tránsito	Razón
				Velocidad de diseño (km/h)	Razón
				Radio mínimo (m)	
				Pendiente (%)	Intervalo
				Peralte (%)	
				Ancho de calzada (m)	Razón
			Ancho de berma (m)		
Diseño de afirmado	CBR de Subrasante	Razón			
	Espesor de afirmado				



RESULTADOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO		
Velocidad de diseño		
Distancia de visibilidad de parada, en pendiente 0%	Distancia de percepción reacción	
	Distancia durante el frenado a nivel	
	Distancia de visibilidad parada redondeada	
Distancia de visibilidad de parada, con pendiente nula o en bajada		
Distancia de visibilidad de parada, con pendiente en subida		
Peralte máximo		
Radio mínimo		
Pendiente máximo		
Ancho mínimo de calzada		
Ancho de berma		
Valor del bombeo de la calzada para firmado		
Superficie de rodadura		
Peralte máximo	Absoluto	
	Normal	
Taludes en corte (altura-velocidad)		
Taludes referenciales en zona de relleno (terreplanos)		

## Anexo 4: Levantamiento Topográfico.

### 4.1. Puntos BMs.

**Tabla 13:** Puntos de control

PUNTOS DE CONTROL BM				
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD	DESCRIPCION
1	539132	9561388	159.4	BM-01
2	539391	9561506	152.1	BM-02
3	539286	9562095	159.3	BM-03
4	538595	9563252	149.3	BM-04

Fuente: *Elaboración Propia.*

### 4.2. Progresivas.

**Tabla 14:** Anexos Cuadro de Progresivas y Puntos de Control

PUNTO	COORDENADAS		ALTITUD	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE		
1	539121	9561379	158.25	0+000
2	539140	9561377	158.673	EJE 0+020
3	539161	9561374	158.91	EJE 0+040
4	539181	9561376	158.483	EJE 0+060
5	539200	9561385	157	EJE 0+080
6	539219	9561392	156.871	EJE 0+100
7	539237	9561395	156.396	EJE 0+120
8	539258	9561398	156.087	EJE 0+140
9	539276	9561404	156.051	EJE 0+160
10	539296	9561410	155.199	EJE 0+180
11	539317	9561418	154.169	EJE 0+200
12	539329	9561434	153.316	EJE 0+220
13	539341	9561450	152.816	EJE 0+240
14	539351	9561466	152.617	EJE 0+260
15	539360	9561485	152.419	EJE 0+280
16	539372	9561499	152.305	EJE 0+300
17	539391	9561510	152.154	EJE 0+320
18	539409	9561516	152.294	EJE 0+340
19	539427	9561519	152.367	EJE 0+360
20	539448	9561525	152.251	EJE 0+380
21	539467	9561532	151.73	EJE 0+400
22	539483	9561539	152.171	EJE 0+420
23	539504	9561541	152.322	EJE 0+440
24	539545	9561533	152.629	EJE 0+480
25	539562	9561545	152.086	EJE 0+500
26	539595	9561565	151.417	EJE 0+540
27	539631	9561583	151.651	EJE 0+580

28	539661	9561595	151.831	EJE 0+620
29	539695	9561623	152.496	EJE 0+660
30	539708	9561643	152.991	EJE 0+680
31	539718	9561657	153.339	EJE 0+700
32	539728	9561674	154.546	EJE 0+720
33	539734	9561693	157.035	EJE 0+740
34	539737	9561714	157.826	EJE 0+760
35	539733	9561733	156.726	EJE 0+780
36	539730	9561753	155.386	EJE 0+800
37	539727	9561771	158.179	EJE 0+820
38	539713	9561786	160.235	EJE 0+840
39	539699	9561803	160.061	EJE 0+860
40	539689	9561816	159.271	EJE 0+880
41	539669	9561827	159.026	EJE 0+900
42	539652	9561838	158.472	EJE 0+920
43	539643	9561855	157.765	EJE 0+940
44	539634	9561872	158.41	EJE 0+960
45	539615	9561885	157.202	EJE 0+980
46	539588	9561913	157.237	EJE 1+020
47	539539	9561951	157.437	EJE 1+060
48	539505	9561973	156.17	EJE 1+120
49	539477	9562000	156.375	EJE 1+160
50	539463	9562015	155.16	EJE 1+180
51	539445	9562026	155.473	EJE 1+200
52	539412	9562046	154.375	EJE 1+240
53	539375	9562060	153.969	EJE 1+280
54	539355	9562068	156.135	EJE 1+300
55	539319	9562083	157.181	EJE 1+340
56	539301	9562091	158.944	EJE 1+360
57	539284	9562103	158.387	EJE 1+380
58	539264	9562103	154.878	EJE 1+400
59	539248	9562096	153.056	EJE 1+420
60	539210	9562111	154.678	EJE 1+460
61	539182	9562138	153.388	EJE 1+500
62	539154	9562164	151.373	EJE 1+540
63	539139	9562180	151.119	EJE 1+560
64	539102	9562207	151.334	EJE 1+600
65	539069	9562218	153.075	EJE 1+640
66	539055	9562228	154.66	EJE 1+660
67	539037	9562238	153.598	EJE 1+680
68	539018	9562246	154.64	EJE 1+700
69	538987	9562264	157.64	EJE 1+740
70	538973	9562279	159.081	EJE 1+760
71	538952	9562313	161.811	EJE 1+800
72	538935	9562348	163.874	EJE 1+840

73	538911	9562382	164.25	EJE 1+880
74	538888	9562415	165.869	EJE 1+920
75	538863	9562445	166.686	EJE 1+960
76	538853	9562464	166.545	EJE 1+980
77	538849	9562481	168.857	EJE 2+000
78	538846	9562501	170.979	EJE 2+020
79	538841	9562520	173.413	EJE 2+040
80	538833	9562541	173.565	EJE 2+060
81	538822	9562577	170.007	EJE 2+100
82	538815	9562598	168.627	EJE 2+120
83	538813	9562614	166.99	EJE 2+140
84	538826	9562633	166.44	EJE 2+160
85	538835	9562649	168.855	EJE 2+180
86	538841	9562667	169.561	EJE 2+200
87	538844	9562688	168.938	EJE 2+220
88	538846	9562704	171.43	EJE 2+240
89	538841	9562726	171.221	EJE 2+260
90	538820	9562762	168.803	EJE 2+280
91	538825	9562778	168.099	EJE 2+300
92	538835	9562793	167.764	EJE 2+340
93	538826	9562812	164.714	EJE 2+360
94	538810	9562818	164.954	EJE 2+380
95	538773	9562815	163.786	EJE 2+420
96	538732	9562809	161.279	EJE 2+460
97	538694	9562791	159.517	EJE 2+500
98	538677	9562782	159.011	EJE 2+520
99	538663	9562792	158.431	EJE 2+540
100	538661	9562811	157.336	EJE 2+580
101	538657	9562831	156.312	EJE 2+600
102	538655	9562851	154.433	EJE 2+620
103	538654	9562891	150.434	EJE 2+640
104	538644	9562918	149.629	EJE 2+680
105	538633	9563008	147.634	EJE 2+700
106	538627	9563049	147.039	EJE 2+800
107	538638	9563087	146.524	EJE 2+840
108	538648	9563126	146.244	EJE 2+880
109	538649	9563147	146.166	EJE 2+900
110	538638	9563186	146.484	EJE 2+940
111	538631	9563203	147.297	EJE 2+960
112	538622	9563219	149.155	EJE 2+980
113	538613	9563239	149.953	EJE 3+000
114	538601	9563255	149.138	EJE 3+062

41	539669	9561827	159.026	EJE 0+900
42	539652	9561838	158.472	EJE 0+920
43	539643	9561855	157.765	EJE 0+940
44	539634	9561872	158.41	EJE 0+960
45	539615	9561885	157.202	EJE 0+980
46	539588	9561913	157.237	EJE 1+020
47	539539	9561951	157.437	EJE 1+060
48	539505	9561973	156.17	EJE 1+120
49	539477	9562000	156.375	EJE 1+160
50	539463	9562015	155.16	EJE 1+180
51	539445	9562026	155.473	EJE 1+200
52	539412	9562046	154.375	EJE 1+240
53	539375	9562060	153.969	EJE 1+280
54	539355	9562068	156.135	EJE 1+300
55	539319	9562083	157.181	EJE 1+340
56	539301	9562091	158.944	EJE 1+360
57	539284	9562103	158.387	EJE 1+380
58	539264	9562103	154.878	EJE 1+400
59	539248	9562096	153.056	EJE 1+420
60	539210	9562111	154.678	EJE 1+460
61	539182	9562138	153.388	EJE 1+500
62	539154	9562164	151.373	EJE 1+540
63	539139	9562180	151.119	EJE 1+560
64	539102	9562207	151.334	EJE 1+600
65	539069	9562218	153.075	EJE 1+640
66	539055	9562228	154.66	EJE 1+660
67	539037	9562238	153.598	EJE 1+680
68	539018	9562246	154.64	EJE 1+700
69	538987	9562264	157.64	EJE 1+740
70	538973	9562279	159.081	EJE 1+760
71	538952	9562313	161.811	EJE 1+800
72	538935	9562348	163.874	EJE 1+840
73	538911	9562382	164.25	EJE 1+880
74	538888	9562415	165.869	EJE 1+920
75	538863	9562445	166.686	EJE 1+960
76	538853	9562464	166.545	EJE 1+980
77	538849	9562481	168.857	EJE 2+000
78	538846	9562501	170.979	EJE 2+020
79	538841	9562520	173.413	EJE 2+040
80	538833	9562541	173.565	EJE 2+060

81	538822	9562577	170.007	EJE 2+100
82	538815	9562598	168.627	EJE 2+120
83	538813	9562614	166.99	EJE 2+140
84	538826	9562633	166.44	EJE 2+160
85	538835	9562649	168.855	EJE 2+180
86	538841	9562667	169.561	EJE 2+200
87	538844	9562688	168.938	EJE 2+220
88	538846	9562704	171.43	EJE 2+240
89	538841	9562726	171.221	EJE 2+260
90	538820	9562762	168.803	EJE 2+280
91	538825	9562778	168.099	EJE 2+300
92	538835	9562793	167.764	EJE 2+340
93	538826	9562812	164.714	EJE 2+360
94	538810	9562818	164.954	EJE 2+380
95	538773	9562815	163.786	EJE 2+420
96	538732	9562809	161.279	EJE 2+460
97	538694	9562791	159.517	EJE 2+500
98	538677	9562782	159.011	EJE 2+520
99	538663	9562792	158.431	EJE 2+540
100	538661	9562811	157.336	EJE 2+580
101	538657	9562831	156.312	EJE 2+600
102	538655	9562851	154.433	EJE 2+620
103	538654	9562891	150.434	EJE 2+640
104	538644	9562918	149.629	EJE 2+680
105	538633	9563008	147.634	EJE 2+700
106	538627	9563049	147.039	EJE 2+800
107	538638	9563087	146.524	EJE 2+840
108	538648	9563126	146.244	EJE 2+880
109	538649	9563147	146.166	EJE 2+900
110	538638	9563186	146.484	EJE 2+940
111	538631	9563203	147.297	EJE 2+960
112	538622	9563219	149.155	EJE 2+980
113	538613	9563239	149.953	EJE 3+000
114	538601	9563255	149.138	EJE 3+062

*Fuente: Elaboración propia.*



### 4.3. Panel Fotográfico de Levantamiento Topográfico



**Fotografía 01:** El estado actual del tramo existente que comunica los caseríos el Palmo- Cardalitos, en la provincia de Contralmirante Villar, en el distrito de Casitas necesita



**Fotografía 02:** En la foto se muestra al topógrafo encargado de realizar el levantamiento topográfico.



**Fotografía 03:** En la foto se muestra al prismo dando los puntos de borde de la trocha carrozable al topógrafo.



**Fotografía 04:** Presencia árboles y arbustos en el tramo de la trocha obstaculizando la visión



**Fotografía 05:** Tramo de la trocha carrozable en mal estado, que dificulta el trabajo en campo

## Anexos 5: Estudio de Mecánica Suelos.

### 5.1. Determinación del Número de Calicatas.

**Tabla 15:** Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
<b>Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un <math>\leq 200</math> veh/día, de una calzada</b>	1.50 m	1 calicata por km	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada

*Fuente: Elaboración propia, considerando el Tipo de Carretera Establecido en la RD 037-2008 MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC.*

### 5.2. Determinación del número de ensayos de CBR.

**Tabla 16:** Número de ensayos CBR

Tipo de Carretera	Número de CBR
<b>Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un <math>\text{IMDA} \leq 200</math> veh/día, de una calzada.</b>	Cada 3 km se realizará un CBR.

*Fuente: Elaboración propia, considerando el Tipo de Carretera Establecido en la RD 037-2008 MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC.*

## Anexo 06: Determinación de carga vehicular.

### 6.1.1. Ecuaciones empleadas para la Determinación del Índice Medio Diario y Anual.

#### Ecuación 1: Determinación del índice medio anual

$$IMD_a = IMD_s \times FC$$

Dónde:

$IMD_a$  = índice medio diario anual

$IMD_s$  = índice medio diario de cada día de conteo

$FC$  = factor de corrección

#### Ecuación 2: Cálculo del Índice Medio Diario.

$$IMD_s = \left( \frac{V_{\text{lun}} + V_{\text{mar}} + V_{\text{mie}} + V_{\text{jue}} + V_{\text{vie}} + V_{\text{sab}} + V_{\text{dom}}}{7} \right)$$

Dónde:

$V_{\text{(lun, mar, mie, jue, vie)}}$  = Volumen clasificado día laboral de lunes a viernes.

$V_{\text{sab}}$  = Volumen clasificado del sábado.

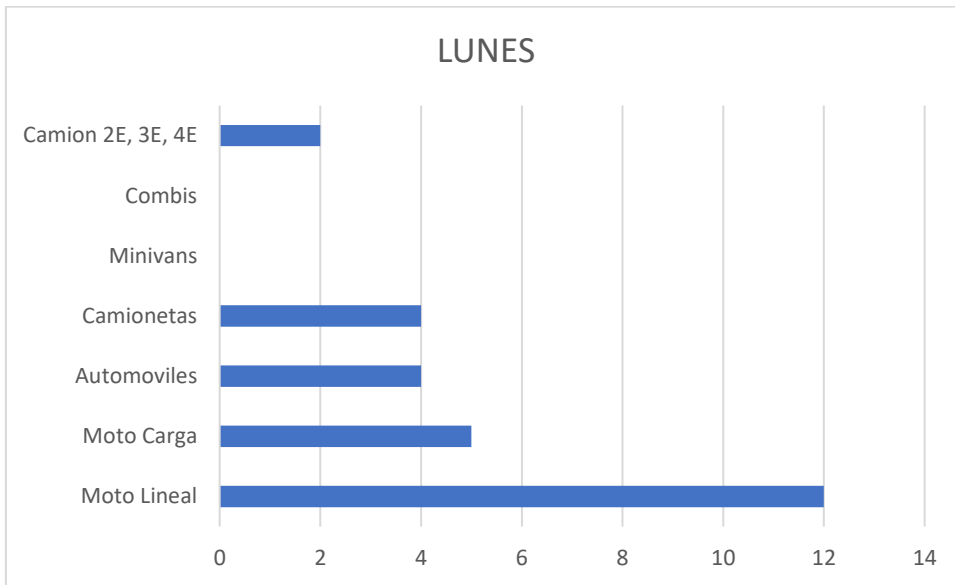
$V_{\text{dom}}$  = Volumen clasificado del domingo

**Tabla 17:** Resultados del conteo Vehicular Semanal

TIPO DE VEHICULO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
Moto Lineal	12	9	7	12	13	10	15
Moto Carga	5	4	6	8	5	6	3
Automóviles	4	5	1	2	3	4	1
Camionetas	4	6	3	3	5	4	2
Minivans	0	1	0	3	2	1	0
Combis	0	2	0	1	1	0	2
Camión 2E, 3E, 4E	2	4	4	3	5	8	6
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>29</b>

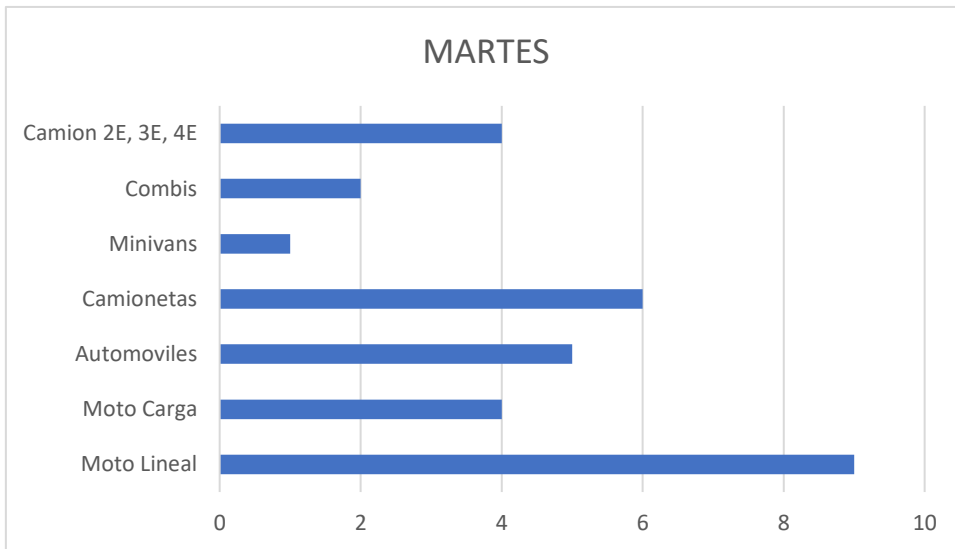
Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico 1:** Resultado del conteo día lunes



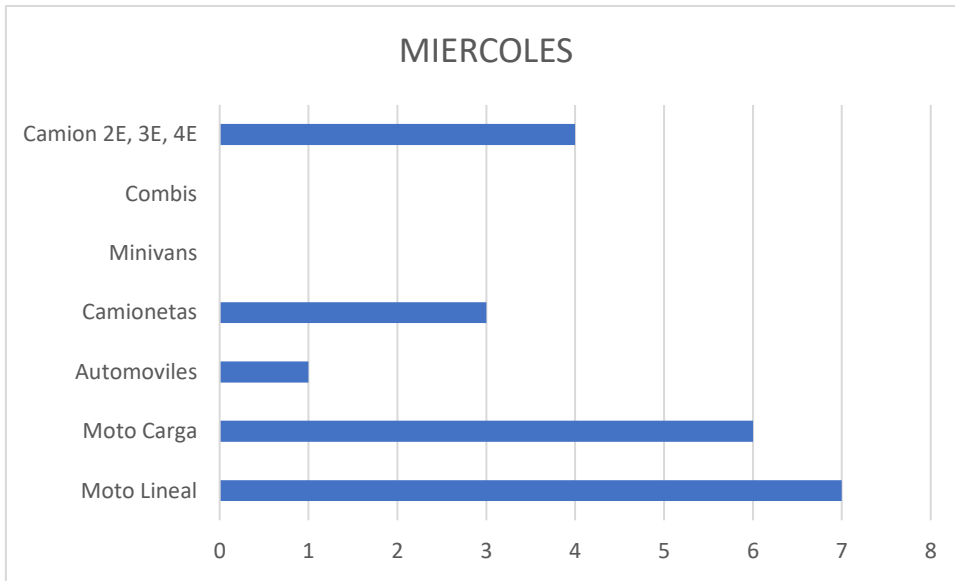
*Fuente: elaboración propia.*

**Gráfico 2:** Resultado del conteo día martes



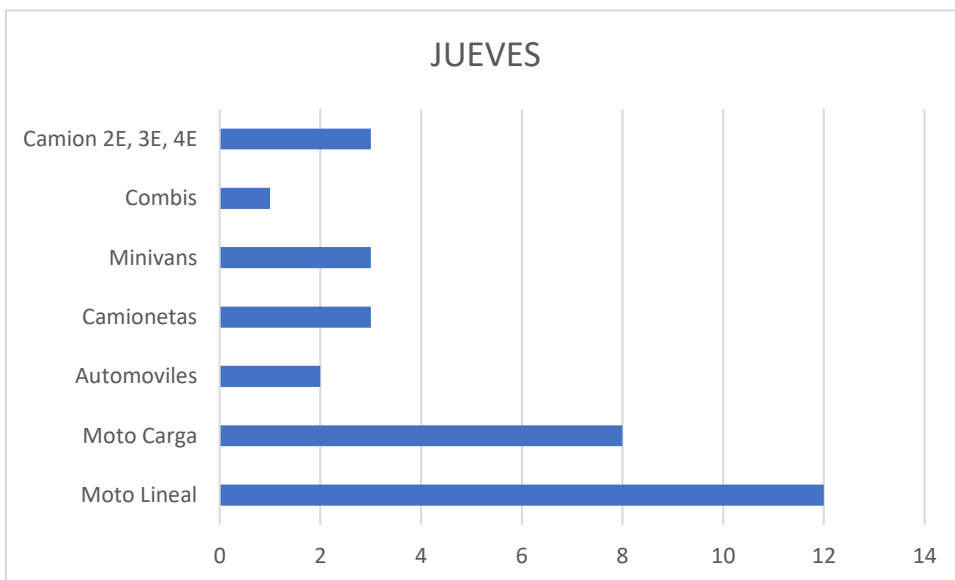
*Fuente: elaboración propia.*

**Gráfico 3:** Resultado del conteo día miércoles



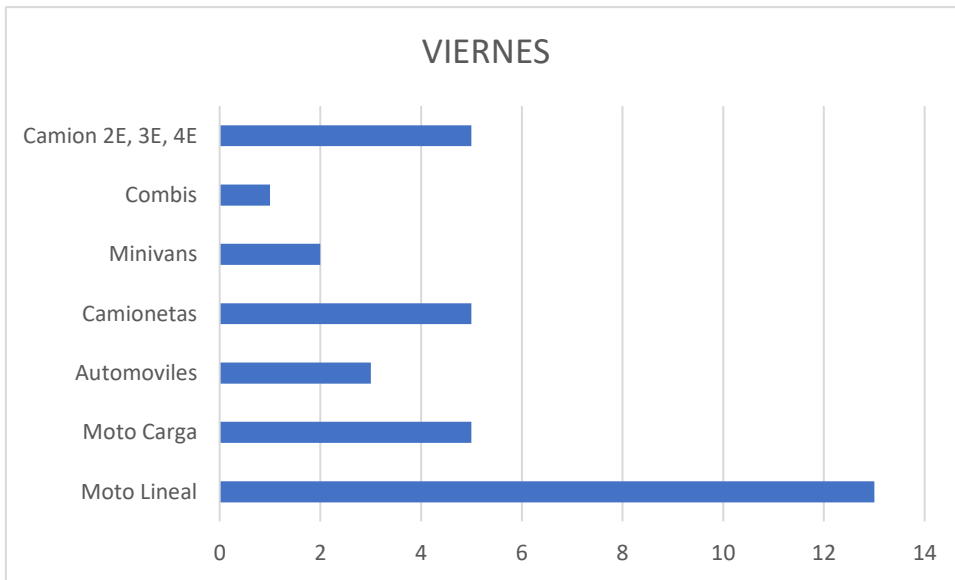
*Fuente: elaboración propia.*

**Gráfico 4:** Resultado del conteo día jueves



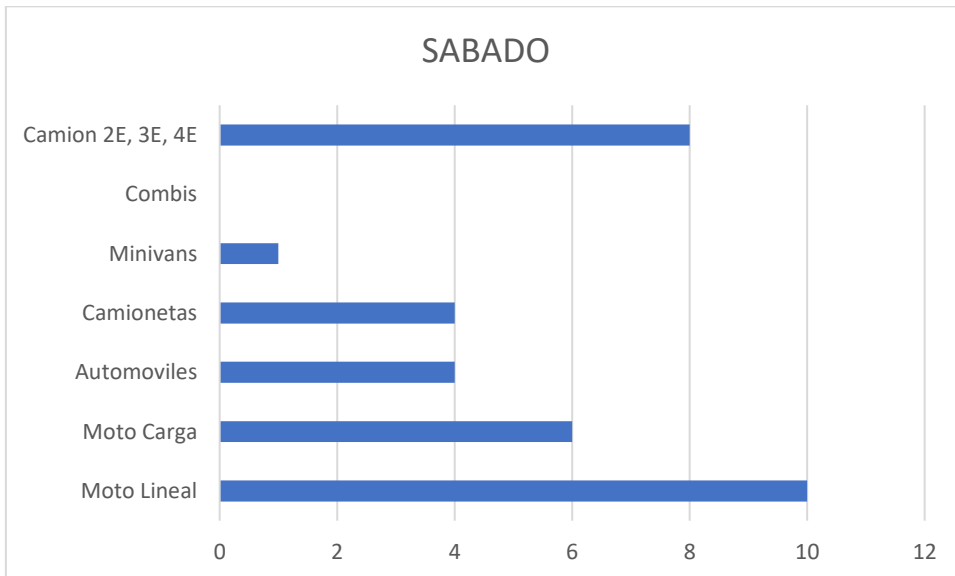
*Fuente: elaboración propia.*

**Gráfico 5:** Resultado del conteo día viernes



*Fuente: elaboración propia.*

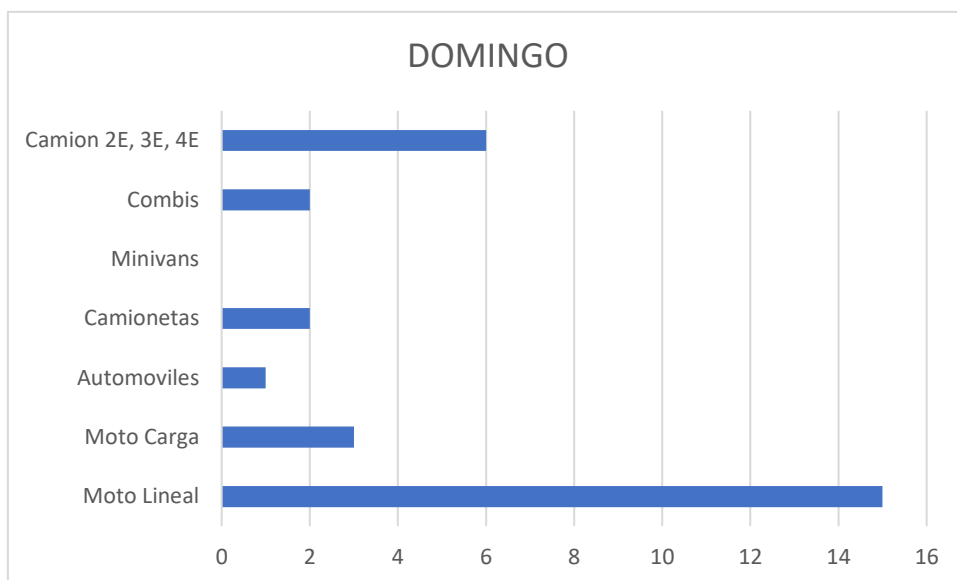
**Gráfico 6:** Resultado del conteo día sábado



*Fuente: elaboración propia.*



**Gráfico 7:** Resultado del conteo día domingo



*Fuente: elaboración propia.*

## 6.2. Ejes equivalentes.

**Tabla 18:** Tipos de Tráfico pesado expresado en EE

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TON <sub>P1</sub>	≤ 25,000 EE
TON <sub>P2</sub>	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
TON <sub>P3</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TON <sub>P4</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

*Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*

## Anexo 7: Diseño Geométrico.

### 7.1. Velocidad de diseño.

**Tabla 19:** Rangos de Velocidad de Diseño según a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

### 7.2. Radios mínimos

**Ecuación 3:** Determinación del radio mínimo

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (P_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x})}$$

Dónde:

Rmín: Radio Mínimo

V: Velocidad de diseño

Pmáx: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f<sub>máx</sub>: Coeficiente de fricción transversal

**Tabla 20:** Radios mínimos y peraltes máximos para diseño

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835

### 7.3. Anchos mínimos de calzada en tangente

**Tabla 21:** Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación		Carretera			
Tráfico vehículos/día		< 400			
Tipo		Tercera Clase			
Orografía		1	2	3	4
Velocidad de diseño:	30km/h			6.00	6.00
	40 km/h	6.60	6.60	6.00	
	50 km/h	6.60	6.60	6.00	
	60 km/h	6.60	6.60		
	70 km/h	6.60	6.60		
	80 km/h	6.60	6.60		
	90 km/h	6.60	6.60		
	100 km/h				

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

#### 7.4. Distancia de visibilidad de parada (Dp).

**Tabla 22:** Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

#### 7.5. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento (Da).

**Tabla 23:** Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D <sub>A</sub> (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

## 7.6. Tramos en tangente.

### Ecuación 4: Cálculo de longitudes de tramos en tangente

$$L_{\text{mín.s}} : 1,39 V$$

$$L_{\text{mín.o}} : 2,78 V$$

$$L_{\text{máx}} : 16,70 V$$

Dónde:

$L_{\text{mín.s}}$  : Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamientos rectos entre alineamiento con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\text{mín.o}}$  : Longitud mínima (m) para el resto de casos "O" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{\text{máx}}$  : Longitud máxima deseable (m).

$V$  : Velocidad de diseño (km/h).

**Tabla 24:** Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

## 7.7. Elementos de curva.

P.C. : Punto de inicio de la curva.

P.I. : Punto de intersección de 2 alineamiento consecutivas.

P.T. : Punto de tangencia.

E : Distancia extrema (m).

$$E = R \left[ \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1 \right]$$

M : Distancia de la ordenada media (m).

$$M = R \left[ 1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right]$$

R : Longitud del radio de la curva (m).

T : Longitud de ala subtangente (P.C. a P.I. y P.I. a P.T.) (m).

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

L : Longitud de la curva.

$$L = 2 \pi R \frac{\Delta}{360}$$

L.C. : Longitud de la cuerda (m).

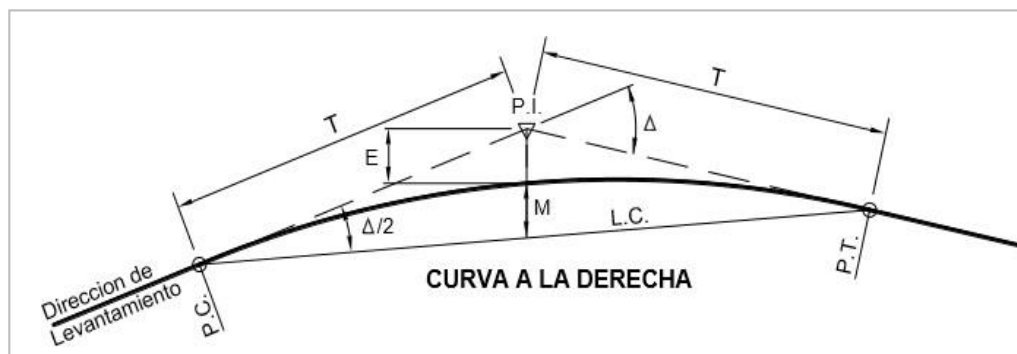
$$L.C. = 2 R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$\Delta$  : Ángulo de deflexión ( $^{\circ}$ ).

P : Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%).

Sa : Sobreancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m).

**Figura 2:** Simbología de la Curva Circular



Fuente: Manual de Carreteras DG-2018.

## 7.8. Radios mínimos de Diseño.

### Ecuación 5: Radios mínimos de Diseño

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (P_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x})}$$

Dónde:

- $R_{m\acute{i}n}$  : Mínimo radio de curvatura.  
 $e_{m\acute{a}x}$  : Valor máximo de peralte  
 $f_{m\acute{a}x}$  : Factor máximo de fricción.  
 $V$  : Velocidad específica de diseño.

**Tabla 25:** Fricción transversal máximo en curvas

Velocidad de diseño Km/h	$f_{m\acute{a}x}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

### 7.8.1. Radios mínimos de Diseño.

**Tabla 26:** Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

## 7.9. Curvas de transición.

### Ecuación 6: Cálculo para longitudes de curva vertical

$$L_{\text{mín}} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \quad L_{\text{máx}} = (24R)^{0.5}$$

Dónde:

R : Radio de la curvatura circular horizontal.

L<sub>mín</sub> : Longitud mínima de la curva de transición.

L<sub>máx</sub> : longitud máxima de la curva de transición en metros.

V : Velocidad específica en Km/h.

**Tabla 27:** Longitud máxima

V (Km/h)	Radio (m)	L máx (m)
40	60	37.95

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

### 7.9.1. Curvas de transición.

**Tabla 28:** Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.



### 7.10. Pendiente máxima.

**Tabla 29:** Pendientes máximas (%)

Demanda	Carretera			
Vehículos/día	< 400			
Características	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño:30 km/h			10.00	10.00
40 km/h	8.00	9.00	10.00	
50 km/h	8.00	8.00	8.00	
60 km/h	8.00	8.00		
70 km/h	7.00	7.00		
80 km/h	7.00	7.00		
90 km/h	6.00	6.00		
100 km/h				

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

### 7.11. Curvas verticales.

**Ecuación 7:** Cálculo de la longitud de curva vertical

$$K = L/A$$

Dónde:

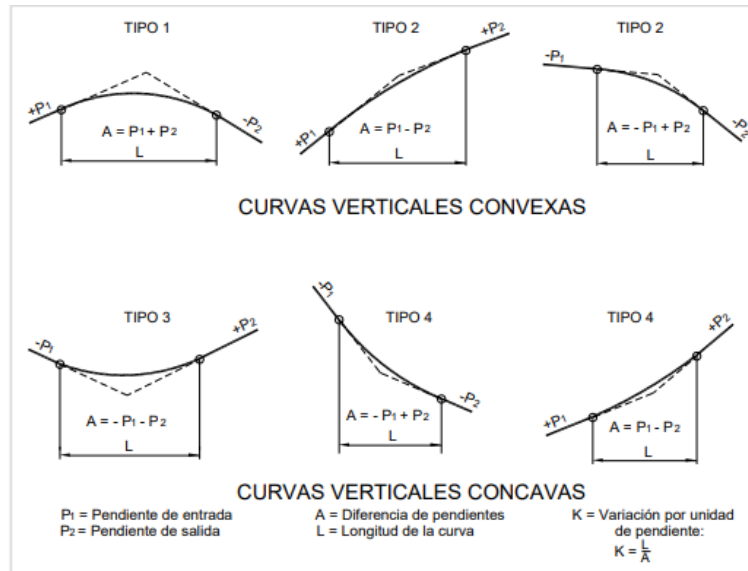
K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de curva vertical

A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

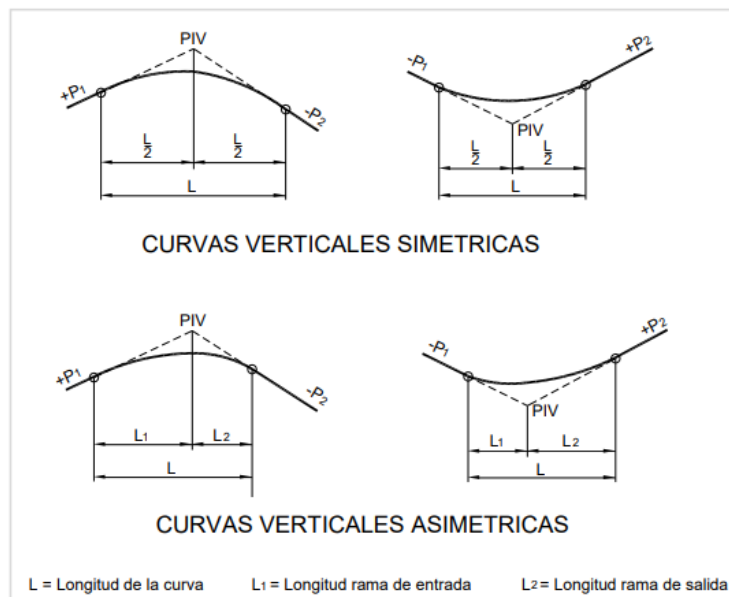
7.11.1. Tipos de curvas verticales.

Figura 3: Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas



Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

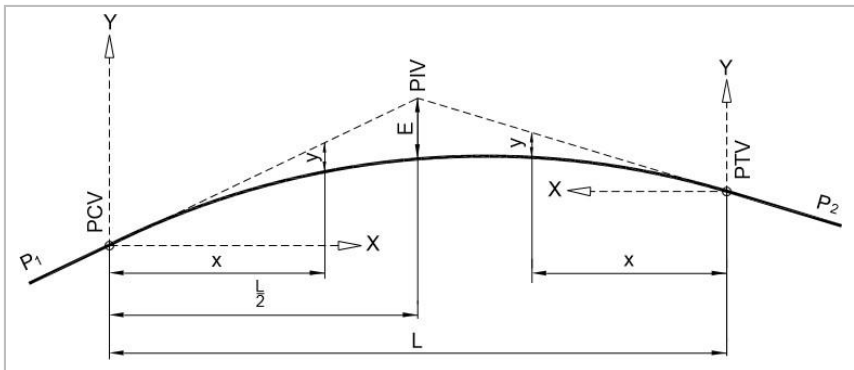
Figura 4: Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas



Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

7.11.2. Elementos de la curva vertical asimétrica.

**Figura 5:** Elementos de la Curva Vertical Simétrica



*Fuente: Manual de Carreteras DG-2014*

PCV: Principio de la curva vertical

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales

PTV: Termino de la curva vertical

L : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros.

S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente formula:

$$E = \frac{A L}{800}$$

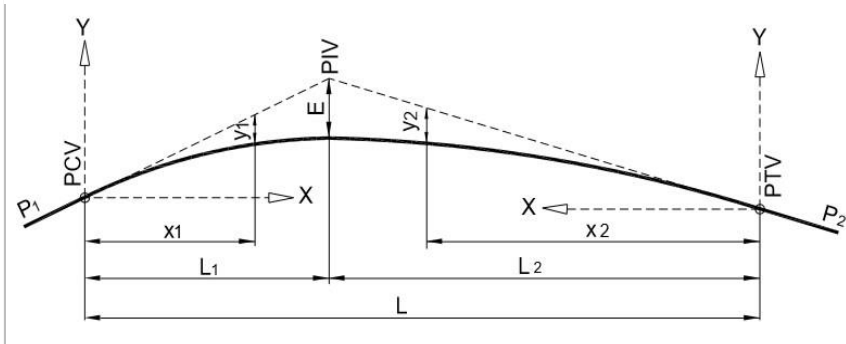
X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente formula.

$$y = x^2 \left( \frac{A}{200 L} \right)$$

### 7.11.3. Curva vertical asimétrica.

**Figura 6:** Elementos de la Curva Vertical Asimétrica



*Fuente: Manual de Carreteras DG-2014*

PCV: Principio de la curva vertical

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales

PTV: Termino de la curva vertical

L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros, se cumple:  $L = L_1 + L_2 \neq L_2$

S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

L1: Longitud de la segunda, medida por su proyección horizontal en metros (m)

L2: Longitud de la segunda, medida por su proyección horizontal en metros (m)

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m)

$$E = \frac{A L_1 L_2}{200 (L_1 + L_2)}$$

X1: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV.

X2: Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.

Y1: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical.

$$Y_1 = E \left( \frac{x}{L_1} \right)^2$$

Y2: Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PTV.

$$Y_2 = E \left( \frac{x_2}{L_2} \right)^2$$

### 7.12. Longitud de curvas convexas.

**Tabla 30:** Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

### 7.12.1. Longitud de curvas cóncavas.

**Tabla 31:** Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

### 7.13. Ancho mínimo de calzada en tangente.

**Tabla 32:** Ancho mínimo de calzada en tangente

Clasificación	Carretera			
Tráfico vehículos/día	< 400			
Tipo	Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h			6.00	6.00
40 km/h	6.60	6.60	6.00	
50 km/h	6.60	6.60	6.00	
60 km/h	6.60	6.60		
70 km/h	6.60	6.60		
80 km/h	6.60	6.60		
90 km/h	6.60	6.60		

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

## 7.14. Bermas.

**Tabla 33:** Ancho de berma

Clasificación	Carretera			
Tráfico vehículos/día	< 400			
Características	Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h			0.50	0.50
40 km/h	1.20	0.90	0.50	
50 km/h	1.20	0.90	0.90	
60 km/h	1.20	1.20		
70 km/h	1.20	1.20		
80 km/h	1.20	1.20		
90 km/h	1.20	1.20		

*Fuente: Manual de carreteras DG-2018.*

## 5.15. Peralte

**Tabla 34:** Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%

*Fuente: Manual de carreteras DG-2018.*

## 7.16. Taludes.

**Tabla 35:** Valores referenciales para taludes en corte

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

### 7.16.1. Taludes.

**Tabla 36:** Taludes de relleno

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: Manual de carreteras DG-2018.

## Anexo 8: Diseño de Afirmado

### 8.1. Categoría de Subrasante

**Tabla 37:** Categorías de Subrasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%



## 8.2. Espesor de Afirmado

**Ecuación 8:** Cálculo de espesor de afirmado

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10} \left( \frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Dónde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valores del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

---

## **ESTUDIO DE SUELO**

**TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA  
TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS  
TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO -  
CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS.  
TUMBES - 2023”**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**UBICACIÓN :**

**REGION : TUMBES  
PROVINCIA: CONTRALMIRANTE**

**VILLAR**

**DISTRITO : CASITAS  
LUGAR: CASERIO EL PALMO -  
CARDALITOS**

**Tumbes, octubre 2023**



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

"Año De La Unidad, La Paz Y El Desarrollo"

Tumbes, octubre 2023

**CARTA N°561 - 2023/SUELO MAS-LAB.**

Señor (a):  
ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

Ciudad. -

**ASUNTO** : ALCANZO ESTUDIO DE SUELOS

REF : **TESIS** : PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS  
TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS.  
TUMBES - 2023

De nuestra consideración:

Por la presente me dirijo a Ud. Para saludarlo cordialmente y a la vez alcanzo a su digno despacho los trabajos convenientes del estudio de suelos para la ejecución del Proyecto de la referencia.

- 01 ESTUDIO DE SUELOS

Le reitero Ud., mi saludo y estima.

**Atentamente,**

SUELO MAS E.I.R.L.  
  
Manuel Noriega Guerrero  
TITULAR GERENTE



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**CONTENIDO**

**I. GENERALIDADES**

- 1.1. Introducción
- 1.2. Objetivos
- 1.3. Ubicación
- 1.4. Clima
- 1.5. Geología
- 1.6. Morfología

**II. ESTUDIO DE SUELO**

- 2.1. Metodología
- 2.2. Trabajo de Campo
- 2.3. Trabajo de Laboratorio
- 2.4. Trabajo de Gabinete
- 2.5. Capacidad Portante del Suelo de Fundación

**III. CAPA DE RODADURA CON AFIRMADO**

- 3.1. Evaluación del Estado Superficial del terreno.
- 3.2. Análisis de Tráfico.

**IV. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA**

**V. ESTUDIO DE CANTERAS**

**VI. CONCLUSIONES**

**VII. RECOMENDACIONES**

**VIII. ANEXOS**

- Ensayo de Laboratorio
- Plano de Perfil Longitudinal del Suelo
- Plano de Ubicación de Calicatas



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
*Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran*  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**I. GENERALIDADES**

**TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023”**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**1.1 INTRODUCCION**

El presente estudio de mecánica de suelos, es elaborado con la finalidad de conocer las características físicas y mecánicas del suelo donde se proyecta: **“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023”**

**1.2 OBJETIVO**

El Objetivo del presente Estudio es brindar las condiciones de transitabilidad a un nivel de capa de Rodadura de afirmado. Se analiza por un lado la disposición de recursos (materiales) con que cuenta la zona de estudio a fin de que sea económicamente factible su realización, por otro lado, se toman en cuenta las connotaciones históricas y actuales de la zona del Proyecto, considerando principalmente las ocurridas con el Fenómeno del Niño. Para la elaboración del Estudio es conveniente conjugar las condiciones de tráfico de la zona en desarrollo económico, características de los Suelos de fundación y disponibilidad de materiales para poder proyectar una estructura que soporte las solicitaciones futuras que demande dicha vía durante su vida útil estimada. De esta manera se podrá brindar la seguridad y control al usuario

**1.3 UBICACIÓN**

La Vía en Estudio está ubicada en el Caserío El Palmo - Cardalitos del Distrito de Casitas que pertenece a la provincia de Contralmirante Villar, Región Tumbes.



**ZONA DEL PROYECTO**



**SUELO MÁS E.I.R.L.**



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

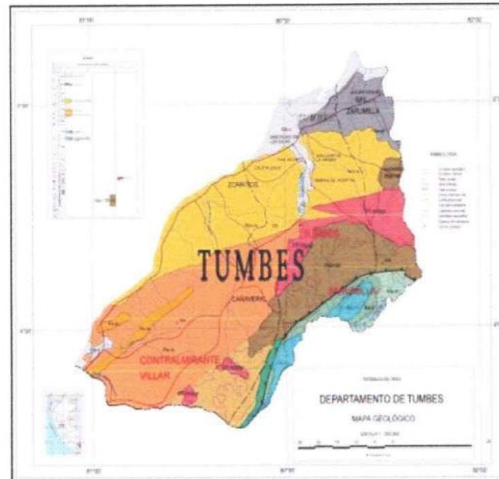
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

### 1.4 CLIMA

Distrito de Casitas presenta un periodo lluvioso entre diciembre y marzo y las temperaturas del medio ambiente varían de 20°C hasta 35°C aproximadamente durante todo el año

### 1.5 GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

El Área en Estudio se emplaza dentro de la faja costanera. Su Geología está compuesta por una zona de baja altura sobre el cual se localiza en una zonas urbana, Los Suelos predominantes en la zona en Estudio son Arcillas de Mediana Plasticidad.



### 1.6 MORFOLOGÍA

Desde el punto de vista morfológico, en Tumbes se pueden distinguir las siguientes zonas:

- El delta formado por los Ríos de Tumbes y Zarumilla.
- Una llanura aluvial al norte del Rio Tumbes, con moderado de quebradas secas poco profundas.
- Terrazas antiguas que han sido fuertemente erosionadas en la zona Mancora, Punta Sal y Zorritos.
- El relieve de Amotape al Oriente y Sur, con un punto culminante en el Cerro El Barco, a 1520mt. Sobre el nivel del mar.
- El Litoral presenta costas bajas en su sector norte y hacia el sur alternan playas con acantilados de poca altura



SUELOMAS E.I.R.L.  
Ing. Civil *[Signature]* *[Signature]*  
CNP. TUMBES



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**II. ESTUDIO DE SUELO**

**TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023”**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**2.1 METODOLOGIA**

Comprende básicamente en la ejecución de calicatas a cielo abierto a lo largo del eje de la carretera tratando de captar las variaciones de los suelos del prisma donde debe apoyarse (cimiento) la estructura de la carretera. De las prospecciones se observa los diferentes horizontes que está conformado el suelo de fundación anotando de ellas las cotas de variación de un suelo a otro; de cada una de toma muestra alteradas y disturbadas para su análisis en Laboratorio anotando en la libreta sus propiedades físicas observables a simple vista.

**2.2 TRABAJO DE CAMPO**

El objetivo del trabajo de campo es la determinación de las características físico – mecánicas de los materiales que existen en el suelo donde se apoya la futura estructura de la carretera, para ello se lleva acabo prospecciones de Estudio (calicatas) con profundidad de 1.50mt. De los materiales encontrados de los diversos estratos (capas) se toman muestras selectivas en forma alterada, se describen e identifican adecuadamente mediante una tarjeta, en ella se consignan la ubicación, numero de muestra (según correlación), profundidad y espesor de la capa, después es colocado en bolsas de polietileno y trasladadas adecuadamente al Laboratorio SUELO MAS de igual forman se registran los mismos datos en la libreta de campo adicionado características de gradación, predominio de material y el estado de compacidad de cada uno de los materiales.



SUELO MAS E.I.R.L.  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 138833



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 322090 - CEL. 972943321 - RPM #088277 - Tumbes

### 2.3 DESCRIPCION DEL PERFIL Y CLASIFICACION S.U.C.S Y AASHTO

Con la información obtenida mediante los análisis granulométricos, Limite de Atterberg y observados los perfiles estratigráficos de las excavaciones se obtuvieron los siguientes resultados:

- \* **CALICATA N° 01 (0.0 – 1.50mt.)**
  - **ESTRATO N° 01 (0.0 – 1.50mt.)**  
Arcilla de mediana plasticidad estado compacto y poco húmedo.  
S.U.C.S = CL
  
- \* **CALICATA N° 02 (0.0 – 1.50mt.)**
  - **ESTRATO N° 01 (0.0 – 1.50mt.)**  
Arcilla de mediana plasticidad compacto y poco húmedo.  
S.U.C.S = CL
  
- \* **CALICATA N° 03 (0.0 – 1.50mt.)**
  - **ESTRATO N° 01 (0.0 – 1.50mt.)**  
Arcilla de mediana plasticidad compacto y poco húmedo.  
S.U.C.S = CL

#### 2.1.2 CLASIFICACION DE SUELO

Las muestras ensayadas en el Laboratorio se han clasificado de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.).

#### - CUADRO DE CLASIFICACION DE SUELO:

CALICATA N°	C-1
Profundidad (mts.)	0.0 - 1.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	74.0
Limite Liquido	40.5
Indicé de Plasticidad	19.3
Contenido de Humedad	9.20
Clasificación de suelo (S.U.C.S.)	CL



SUELOMAS E.I.R.L.  
Ing. Celso Yumbato Escobar Virrey Herera  
CIP: 138673





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

CALICATA N°	C-2
Profundidad (mts.)	0.0 - 1.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	72.0
Limite Liquido	39.5
Indicé de Plasticidad	18.5
Contenido de Humedad	8.70
Clasificación de suelo (S.U.C.S.)	CL

CALICATA N°	C-3
Profundidad (mts.)	0.0 - 1.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	78.0
Limite Liquido	38.7
Indicé de Plasticidad	19.2
Contenido de Humedad	9.30
Clasificación de suelo (S.U.C.S.)	CL

#### 2.4 ENSAYO DE LABORATORIO

Las muestras de los suelos fueron clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento del A.S.T.M.D – 2448 Práctica Recomendada para la Descripción de Suelos. Los resultados de Ensayos practicados a las muestras representativas del suelo de fundación son completados en el anexo adjunto y principalmente consta de las siguientes pruebas:

##### ENSAYOS ESTÁNDAR

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTMC – 131)
- Constantes Físicas
- Limite Liquido (ASTM D – 423)
- Limite Plástico (ASTA D – 424)

##### ENSAYOS ESPECIALES

- Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D – 1557)
- Ensayo de C.B.R. (AASHTO T 180 – D)

#### 2.5 LABORES DE GABINETE

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de Laboratorio, se efectuó la clasificación de los Suelos de los materiales (sistema S.U.C.S y AASHTO) para luego correlacionarlos de acuerdo a las características litológicas similares lo cual se consigna en el Perfil Estratégico respectivo.



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Rojas Vargas  
CIP- 135833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**2.6 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE FUNDACION**

La soportabilidad de los suelos está caracterizada por valor de la Capacidad Portante C.B.R. (California Bearing Reatio), tanto para clasificar materiales para capas estructurales como para calidad del suelo de fundación (sub rasante).

Los resultados de estos Ensayos efectuados a los suelos de fundación se resumen en el siguiente cuadro.

TESIS	TIPO DE PAVIM.	LUGAR	MUESTRA	PROF.	TIPO DE SUELO	CLASIFICACION		C.B.R.
						S.U.C.S.	AASHTO	
"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO - CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023"	Carrozable	CASERIO EL PALMO - CARDALITOS	C1 - M1	0.0 - 1.50	Arcilla de mediana plasticidad	CL	A-6(11)	6.0
			C2 - M1	0.0 - 1.50				6.2
			C3 - M1	0.0 - 1.50				6.5



SUELO MÁS E.I.R.L.  
Ing. Guillermo Renato Vargas Novar  
CIP: 136432



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**III. CAPA DE RODADURA CON AFIRMADO**

**TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023"**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**3.1 ANTECEDENTES**

La información referente a la zona en estudio comprende los trabajos realizados por el personal que trabaja en el Laboratorio de Suelos SUELO MAS de Tumbes contando también con la participación de personal especializado en trabajos de topografía y profesionales especializados en la construcción de vías.

**3.2 EVALUACION DEL ESTADO SUPERFICIAL DEL TERRENO.**

Se ha observado que la superficie de rodadura que se encuentra actualmente presenta una condición de mal estado de transitabilidad.

Se deberá considerar el mejoramiento de la Sub Rasante a fin de garantizar que está se encuentre bajo ciertas condiciones tales como:

- Capa de Afirmado compactado
- Compactación de Sub Rasante al 95% de la densidad máxima seca.

**3.3 ANALISIS DE TRÁFICO**

El tráfico empleado para los trabajos comprende el tráfico poco concurrido de movilidades livianas, medianas y pesadas.

La actividad que se desarrolla en la zona es Agrícola.



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
GIP: 136833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**IV. NIVEL DE LA NAPA FREATICA**

**TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023”**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

La ubicación de la Napa Freática es función de la época del año en la que se realizó la investigación de campo, así de las variaciones naturales de los sistemas de lluvia.

La Zona comprendida en el Estudio se ha realizado las excavaciones en el mes de octubre del presente año. La cual **no se detectó nivel freático Hasta la Prof. De 1.50mt en las Calicatas.**



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 136833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**V. ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA**

**TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023”**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**- ZONA DE CANTERA**

Las áreas prospectadas se localizan En las coordenadas (Este= 537481.309–Norte= 9561968.792) Lado Izquierdo de la carretera Panamericana Norte se puede establecer la Zona de explotación.

**DESCRIPCION:**

El material color marrón constituido por piedras redondeadas cuyo tamaño máximo llega a ser de 4”.

**Tipo De Material:** Aluvial

**Tamaño Máxi** 4”

**Rendimiento:** 40%

**% de P M de 2”** 20%

**Uso y tratamiento:**

Relleno (65%)

Sub-Base (70%)

Base (70%) deberá ser procesado (zarandeada), el material debe cumplir con Especificaciones Técnicas. Y mezclado con hormigon



**SUELOMAS E.I.R.L.**

**Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán**  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**UBICACIÓN DE CANTERAS**



**- FUENTES DE AGUA**

Las fuentes de abastecimiento para la TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023”

Pueden ser Agua Potable o Agua de zonas cercanas al área del proyecto, Previo análisis para su uso.



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**VI. CONCLUSIONES**

**TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023”**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

1. El área donde se ha realizado el Estudio de Mecánica de Suelos, pertenece al terreno donde se proyecta: **TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023”**
2. Es necesario mejorar el suelo de fundación de la trocha carrozable en evaluación, mejorando el grado de compactación de la subrasante y mejorar el valor de soporte del suelo.
3. Verificar los niveles del perfil longitudinal y las secciones transversales proyectadas para la sub rasante y/o afirmado de la superficie de rodadura.
4. Coordinar para que la capa de base no permanezca por mucho tiempo sin protección contra las lluvias y el tránsito vehicular.
5. Realizar los ensayos de control de calidad con la frecuencia especificada haciendo uso de los métodos que permitan la obtención de resultados altamente confiable.



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**VII. RECOMENDACIONES**

**TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023"**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

1. Según los resultados de Laboratorio, se recomienda lo siguiente:
2. En los tramos donde no existe el ancho de una carretera vehicular y sola hay caminos angostos, se recomienda cortar terreno con la finalidad de ampliar el ancho de construcción.
3. Luego perfilar terreno eliminando el material de las ondulaciones, material suelto y polvoriento

• **ESTRUCTURA PARA TROCHA CARROZABLE:**

0.20mt.

BASE (60% Hormigon + 40%  
Afirmado )

Suelo de Cimentación  
Nivelado y Compactado

4. El Diseño Estructural de la Obra vial será definido por el Ingeniero Proyectista.
5. Para el corte del terreno considerar un suelo normal
6. Fijar áreas para depositar material excelente o desperdicios.
7. Considerar el bombeo de 2% necesario con una pendiente mínima de ambos lados de la vía a fin de dar un buen drenaje a la vía
8. Determinar la utilización del tipo de máquina apropiada para evitar daños en las propiedades de terceros.
9. Todo material blando, inestable o contaminado en la Sub Rasante que no es factible de compactar o que no sirve para su propósito, será retirado y reemplazo con material seleccionado.
10. El presente EMS deberá ser revalidado pasado un año de haber sido elaborado.
11. La calidad y permanencia de la obra obedece no estricto control de los parámetros de calidad antes y durante el proceso constructivo

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



**SUELOMAS E.I.R.L.**

**Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran**  
CIP: 136833





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 322090 - CEL. 972943321 - RPM #088277 - Tumbes

**ESTRATIGRAFIA**

TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO  
- CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023"

TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ

MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

MUESTRA : CALICATA N° 01

PROFUNDIDAD: 0.0 - 1.50mt

FECHA : Octubre, 2023

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
1.50	M1		Arcilla de mediana plasticidad estado compacto y poco húmedo.	CL	A-6(11)



SUELO MÁS E.I.R.L.  
Ing. Guillermo Ernesto Rojas Morán  
CIP: 136632



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ESTRATIGRAFIA**

TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO  
- CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023"

TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

MUESTRA : CALICATA N° 02

PROFUNDIDAD: 0.0 - 1.50mt

FECHA : Octubre, 2023

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
1.50	M1		Arcilla de mediana plasticidad estado compacto y poco húmedo.	CL	A-6(11)



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ESTRATIGRAFIA**

TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO  
- CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023"

TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

MUESTRA : CALICATA N° 03

PROFUNDIDAD: 0.0 - 1.50mt

FECHA : Octubre, 2023

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
1.50	M1		Arcilla de mediana plasticidad estado compacto y poco húmedo.	CL	A-6(11)



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran  
CIP: 138833



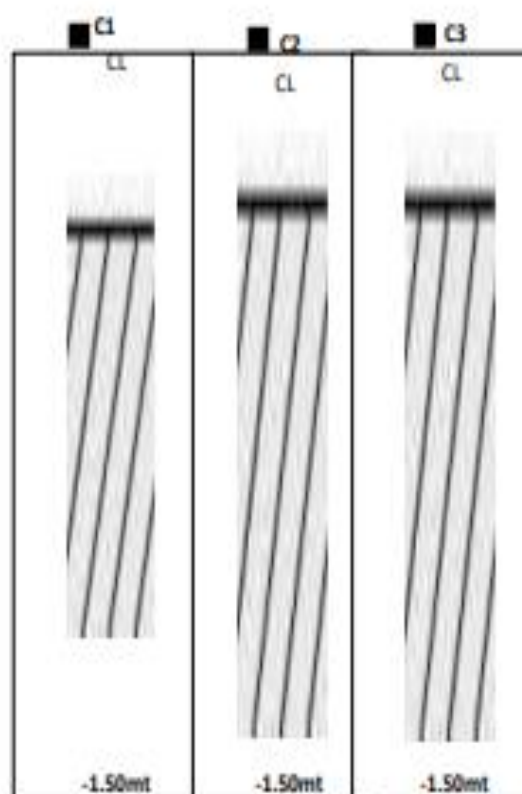
**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
TEL: 022800 - CEL: 972945321 - RPM 988277 - Tumbes

**TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO - CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS, TUMBES - 2023"**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**PERFIL LONGITUDINAL DEL SUELO**



**LEYENDA**

- Arcilla de mediana plst.
- Arcilla con poca grava



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Guillermo Andrés Torres Torres  
RPM: 130633



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023"**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**CALICATA N° 01**



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023"**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**CALICATA N° 02**



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
*Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran*  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023"**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**CALICATA N° 03**



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 136833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO -TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE  
LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO  
DE CASITAS. TUMBES - 2023"**

**TESISTAS: ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA**

**PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS**



**SUELOMAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Murco  
CIP: 138833



## **ENSAYOS DE LABORATORIO**



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023

**TESISTAS:** ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

**MATERIAL:** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

**PROCEDENCIA:** C1-M1 Prof. 0.0-1.50mt

**FECHA :** Octubre, 2023

**ENSAYO C.B.R. PARTE A**

N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo (gr)	8,328		8,625		8,657	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,128		4,425		4,457	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.98		2.12		2.13	
Densidad seca (gr/cc)	1.77		1.87		1.9	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°			
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	259.44	259	259.45
Peso del Agua (gr)	10.56	11	10.55
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	89.44	89	89.45
% de Humedad	11.8	12	11.8
Humedad Promedio			

C. B. R. = 6,0 %



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Con. Fernando Renato Vargas Morua  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023

**TESISTAS:** ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ

**ENSAYO C.B.R. PARTE B**

Penetraciones (pulgadas)	Penetraciones Cargas C.B.R.											
	(A) C.B.R. Kg x 0.0726				(B) C.B.R. Kg x 0.0487							
	Molde N° I 12 Golpes				Molde N° II 25 Golpes				Molde N° III 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	
0.025	0.3	6			0.6	13			1.5	32		
0.05	0.8	17			1.6	34			2.1	45		
0.075	1.6	34			2.2	47			2.7	58		
0.1	2.3	49		3.5	3.2	68	4.9		3.9	83		6
0.125	2.7	57.7			3.9	83.4			4.2	89.8		
0.15	3.8	81.3			4.7	101			5.8	124		
0.2	4.1	88		4.2	5	107	5.2		6.1	130		6.3
0.3	5.4	120			6.7	143			7	150		
0.4	6.1	131			7.8	167			7.9	169		
0.5												



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS, TUMBES - 2023  
TESISTA : ARIEL GUZMAN PENA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD  
PROCEDENCIA: C1 - M1 / PROF. 0.0 - 1.50mL

FECHA : Octubre, 2022

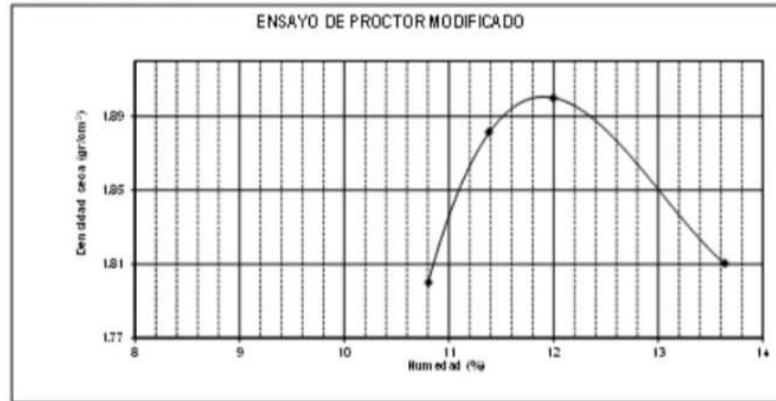
**Compresión**

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr)	8552	8810	8698	8856
Peso molde (gr)	3965	3965	3965	3965
Peso suelo compactado (gr)	4587	4845	4933	4891
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2317	2317	2317	2317
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.980	2.090	2.130	2.11

**Humedad (%)**

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr)	270.00	270.00	270.00	270.00
Tara + suelo seco (gr)	260.90	259.78	259.14	258.00
Peso de agua	9.10	10.22	10.86	12.00
Peso de tara (gr)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr)	90.90	89.78	89.14	88.00
Humedad (%)	10.8	11.4	12.0	13.6
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.800	1.881	1.900	1.810

Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>) : **1.900**  
Óptimo Contenido de Humedad (%) : **12.0**



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Con. Fernando Renato Vargas Alvarez  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023

**TESISTAS:** ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

**MATERIAL:** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

**PROCEDENCIA:** C2-M1 Prof. 0.0-1.50mt

**FECHA :** Octubre, 2023

**ENSAYO C.B.R. PARTE A**

N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo (gr)	8,270		8,445		8,710	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,070		4,245		4,510	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.95		2.03		2.16	
Densidad seca (gr/cc)	1.74		1.81		1.92	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°			
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	259.24	259.25	259.25
Peso del Agua (gr)	10.76	10.75	10.75
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	89.24	89.25	89.25
% de Humedad	12	12	12
Humedad Promedio			

C.B.R. = 6,2 %



SUELO MÁS E.I.R.L.  
Ing. Guillermo Toledo Vargas  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

<b>TESIS :</b>		PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023										
<b>TESISTAS:</b>		ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ										
<b>ENSAYO C.B.R. PARTE B</b>												
Penetraciones Cargas C.B.R.		(A) C.B.R. Kg x 0.0726				(B) C.B.R. Kg x 0.0487						
Penetraciones (pulgadas)	Molde N° I 12 Golpes				Molde N° II 25 Golpes				Molde N° III 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %
0.025	0.1	2			0.8	17			1.6	34		
0.05	0.9	19			1.4	30			2.4	51		
0.075	1.6	34			2	43			3.5	75		
0.1	2.7	58		4.2	3.6	77		5.5	4	86		6.2
0.125	3.6	77			4.3	92			5.1	109		
0.15	4.5	96			5.4	115			5.8	124		
0.2	5	107		5.2	5.8	124		6	6.3	135		6.6
0.3	5.8	124			6.5	139			6.9	148		
0.4	6.3	135			7	150			7.6	163		
0.5												



SUELO MÁS E.I.R.L.  
Ing. Guillermo Renato Vargas Murua  
CIP: 138833



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

TESIS : PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TRONCHA CARRIZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO - CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS, TUMBES - 2023  
 TESISISTA : ARIEL GUZMAN PENA CRUZ  
 MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD  
 PROCEDENCIA: C2 - M1 / PROF. 0.0 - 15.0mL

FECHA: Octubre, 2023

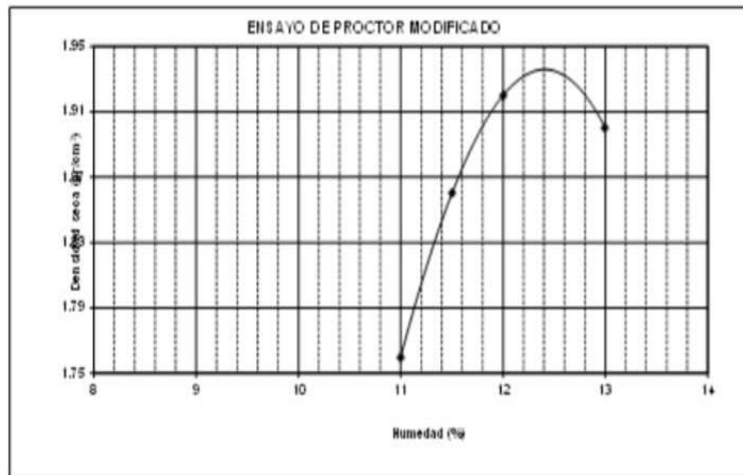
#### Compactación

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr)	8493	8773	8950	8943
Peso molde (gr)	3965	3965	3965	3965
Peso suelo compactado (gr)	4528	4808	4985	4978
Volumen del molde (cm³)	2317	2317	2317	2317
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.954	2.075	2.139	2.148

#### Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr)	270.00	270.00	270.00	270.00
Tara + suelo seco (gr)	260.05	259.68	259.25	258.49
Peso de agua	9.95	10.32	10.75	11.51
Peso de tara (gr)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr)	90.05	89.68	89.25	88.49
Humedad (%)	11.0	11.5	12.0	13.0
Densidad Seca (gr/cm³)	1.760	1.860	1.920	1.900

W<sub>max</sub> (CONTENIDO DE HUMEDAD (%)) : **19.20**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **11.0**



SUELO MÁS E.I.R.L.  
 Ing. Con. Fernando Renato Vargas Morán  
 CIP: 134433



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023

**TESISTAS:** ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

**MATERIAL:** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

**PROCEDENCIA:** C2-M1 Prof. 0.0-1.50mt

**FECHA :** Octubre, 2023

**ENSAYO C.B.R. PARTE A**

N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo (gr)	8,190		8,390		8,715	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	3,990		4,190		4,515	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.91		2.07		2.17	
Densidad seca (gr/cc)	1.71		1.85		1.94	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°						
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270		270		270	
Recipiente + Suelo Seco (gr)	259.6		259.61		259.6	
Peso del Agua (gr)	10.4		10.39		10.4	
Peso del Recipiente (gr)	170		170		170	
Peso del Suelo Seco (gr)	89.6		89.61		89.6	
% de Humedad	11.6		11.6		11.6	
Humedad Promedio						

C.B.R. = 6.5 %

OBSERVACIONES:



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Constanza Escoto Vargas Morán  
CIP: 134633





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023

**TESISTAS:** ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ

**ENSAYO C.B.R. PARTE B**

Penetraciones Cargas C.B.R.		(A) C.B.R. Kg x 0.0726				(B) C.B.R. Kg x 0.0487						
Penetraciones (pulgadas)	Molde N° I 12 Golpes		Molde N° II 25 Golpes		Molde N° III 56 Golpes							
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %
0.025	0.3	6			0.7	15			1.3	28		
0.05	0.9	19			1.8	39			2.2	47		
0.075	1.6	34			2.4	51			3.4	73		
0.1	2.1	45	3.2		3.9	83	6		4.2	90	6.5	
0.125	3.2	68			4.6	98			5.3	113		
0.15	4.3	92			5.5	117			6.1	130		
0.2	4.5	96	4.6		5.7	126	6.1		6.5	139	6.7	
0.3	5.4	124			6.9	148			7.6	163		
0.4	6.7	143			7.5	161			8.1	173		
0.5												



SUELO MÁS E.I.R.L.  
Ing. Con. Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 138833



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TE515 :** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO – CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS, TUMBES - 2023  
**TESTISTA :** ARIEL GUZMAN PENA CRUZ  
 MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

**MATERIAL REPRESENTATIVO:** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD  
**PROCEDENCIA:** C3 - M1 / PROF. 0.0 - 150 mē.

**FECHA :** Octubre, 2022

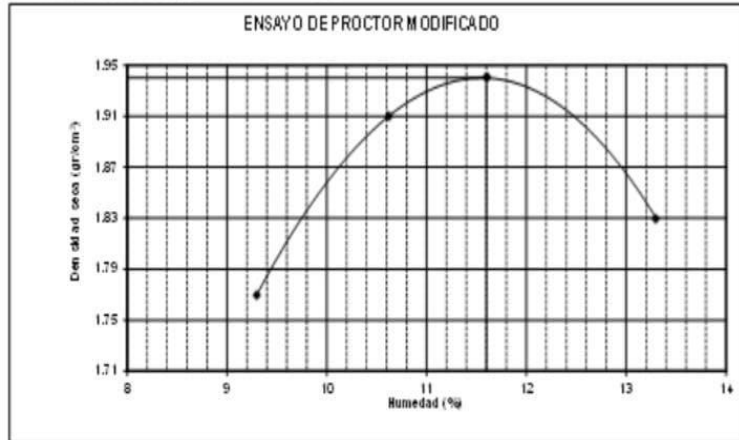
**Compuación**

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr)	8460	8885	8995	8800
Peso molde (gr)	3965	3965	3965	3965
Peso suelo compactado (gr)	4495	4920	5030	4835
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2317	2317	2317	2317
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.940	2.120	2.170	2.080

**Humedad (%)**

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr)	270.00	270.00	270.00	270.00
Tara + suelo seco (gr)	261.43	260.40	259.60	258.18
Peso de agua	8.57	9.60	10.38	11.72
Peso de tara (gr)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr)	91.43	90.40	89.62	88.28
Humedad (%)	9.3	10.6	11.6	13.3
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.770	1.910	1.940	1.820

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.940**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **11.6**



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
 Ing. Constanza Rosado Vargas Morán  
 CIP: 138423



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - ASTM D422

**TE SÍS:** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO - CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS, TUMBES - 2023

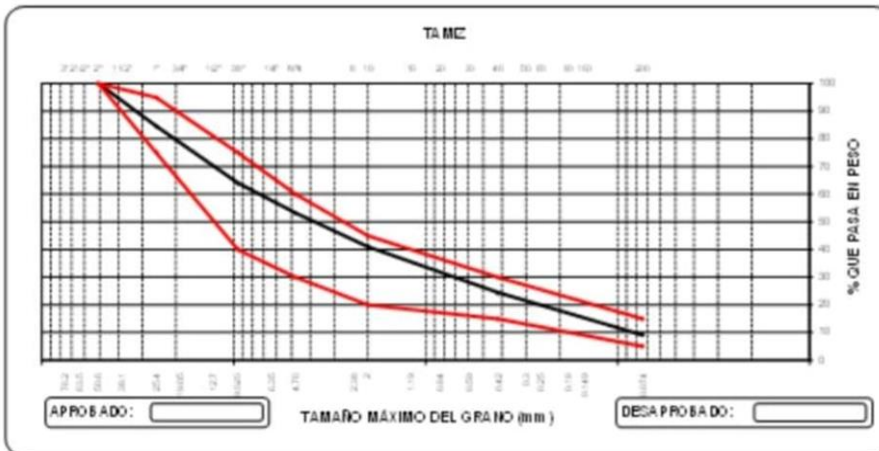
**TE SISTA S:** ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTÉZ REVILLA

**MATERIAL :** MEZCLA 60% HORMIGÓN QUEBRADA GRAMADAL + 40 % AFIRMADO GRANULAR

**PROCEDENCIA :** COORDENADAS (ESTE= 53748.1309 - NORTE= 9561968.792)

**FECHA DE ENSAYO :** Octubre, 2023

Malla Tamiz	Abert. mm	Peso (gr)	%Ret Parcial	%Ret Acum	%Que Pasa	Especificación	Descripción de la Muestra
3"	76.200						<b>MATERIAL:</b> MEZCLA 60% HORMIGÓN QUEBRADA GRAMADAL + 40 % AFIRMADO GRANULAR
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	<b>PROCEDENCIA:</b> COORDENADAS (ESTE= 53748.1309 - NORTE= 9561968.792)
1 1/2"	38.100	162.0	8.2	8.2	91.8		<b>USO :</b> BASE GRANULAR
1"	25.400	141.0	7.2	15.4	84.6	75	Peso de la Muestra: 1972.0
3/4"	19.050	147.0	7.4	22.8	77.2		Fración Fina: 100.0
1/2"	12.700	155.0	7.9	30.7	69.3		Clasificación SUCS: GM - GC
3/8"	9.525	102.0	5.2	35.9	64.1	40	
1/4"	6.350					75	<b>PORCENTAJE DE AGREGADOS</b>
4	4.750	215.0	10.9	46.8	53.2	30	GRAVA: 46.80%
8	2.380					60	ARENA: 44.10%
10	2.000	12.0	6.4	59.0	41.0	20	FINO : 9.10%
15	1.190						LL = 21.12
20	0.840	31.0	16.5	69.7	30.3		LP = 17.12
40	0.420	11.0	5.6	75.5	24.5	15	IP = 4.00
50	0.297					30	
60	0.236	12.0	6.4	81.9	18.1		
100	0.149						
200	0.074	17.0	9.0	90.9	9.1	5	
< 200	-					15	



NOTA: Material traído por el Solicitante



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Camil Perzanado Renato Vargas Morán  
CIP: 136833



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TEMA:** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO - CARDALITOS, DISTRITO DE CASTAS, TUMBES - 2023

**TESTEAS:** ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ  
MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA

**MATERIAL:** MEZCLA 60% HORMIGON QUEBRADA GRAMADAL + 40 % AFIRMADO GRANULAR

**PROCEDENCIA:** COORDENADAS (ESTE= 537481.309 - NORTE= 9561968.792)

**FECHA DE ENSAJO:** Octubre, 2023

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.80	19.30	20.70	
TARRO + SUELO SECO	19.60	18.30	19.60	
AGUA	1.20	0.90	1.10	
PESO DEL TARRO	14.20	14.20	14.20	
PESO DEL SUELO SECO	5.40	4.10	5.40	
% DE HUMEDAD	22.22	21.96	20.37	
N° DE GOLPES	18	20	31	

<b>LIMITE PLÁSTICO</b>				
N° TARRO	1	2		
TARRO + SUELO HÚMEDO	31.70	31.96		
TARRO + SUELO SECO	29.24	29.20		
AGUA	2.46	2.38		
PESO DEL TARRO	15.10	15.07		
PESO DEL SUELO SECO	14.14	14.55		
% DE HUMEDAD	17.40	16.84		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
LIMITE LIQUIDO	21.12
LIMITE PLÁSTICO	17.12
INDICE DE PLASTICIDAD	4.00



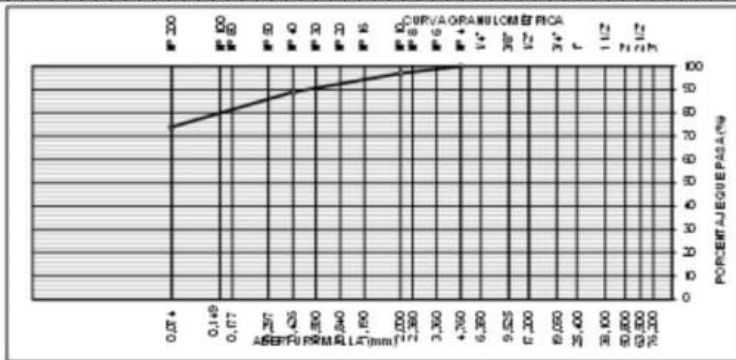
**SUELOMAS E.I.R.L**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 139833



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

<b>TESIS:</b>		PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO - CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS, TUMBES - 2023						
<b>TESISTAS:</b>		ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA						
<b>FECHA :</b>		Octubre, 2023						
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO								
N° MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETEN (g)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMUL	% QUE PASA	E SPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200						Materia: Arcilla mediana plasticidad	
2 1/2"	63.500						Procedencia: C1 - M1	
2"	50.800						Profundidad: 0.0 - 1.50m.	
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050						PESO TOTAL (W <sub>0</sub> ) = gr	
1/2"	12.700							
3/8"	9.525						PORCENTAJE DE AGREGADO	
1/4"	6.350							
N° 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0		Grava: %	
N° 6	3.360						Arena: 26%	
N° 8	2.380						Finos: 74%	
N° 10	2.000	9	3.0	3.0	97.0			
N° 16	1.190							
N° 20	0.840							
N° 30	0.590	6	2.0	5.0	95.0			
N° 40	0.426	18	6.0	11.0	89.0			
N° 60	0.297	21	7.0	18.0	82.0			
N° 80	0.177							
N° 100	0.149							
N° 200	0.074	24	8.0	26.0	74.0			
Total								
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECÁNICA DE LA MUESTRA								
Limite líquido (%)	40.5						Humedad (%)	9.20
Limite Plastico (%)	21.2							
Indice de Plasticidad (%)	19.3							
Clasificación:	SUCS		CL					
	AASHTO							



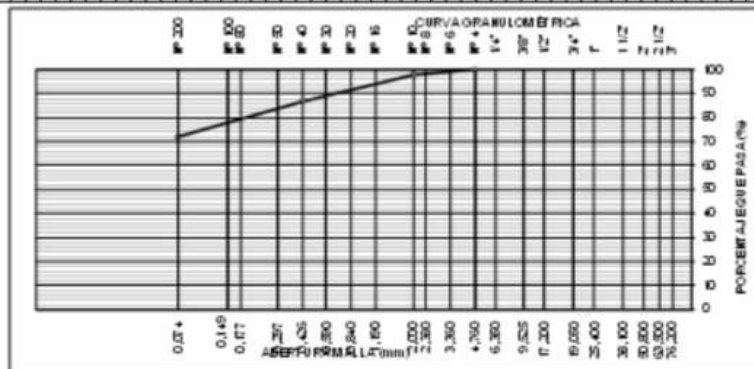
SUELO MÁS E.I.R.L  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Mora  
CIP: 138833



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

<b>TESIS:</b> PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO - CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS. TUMBES - 2023							
<b>TESISTAS:</b> ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA							
<b>FECHA:</b> Octubre, 2023							
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO							
N° MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETEN (g)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMUL	% QUE PASA	E SPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Arcilla mediana plasticidad Procedencia: C2 - M1 Profundidad: 0.0 - 1.50m PESO TOTAL (W <sub>0</sub> ) = 300gr PORCENTAJE DE AGREGADO Grava: % Arena: 28% Finos: 72%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0		
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	6	2.0	2.0	98.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	15	5.0	7.0	93.0		
N° 40	0.426	18	6.0	13.0	87.0		
N° 60	0.297	21	7.0	20.0	80.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	24	8.0	28.0	72.0		
Total							
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECÁNICA DE LA MUESTRA							
Limite líquido (%)	39.5					Humedad (%)	
Limite Plástico (%)	21.0					8.70	
Indice de Plasticidad (%)	18.5						
Clasificación:	SUCS		CL				
	AASHTO						



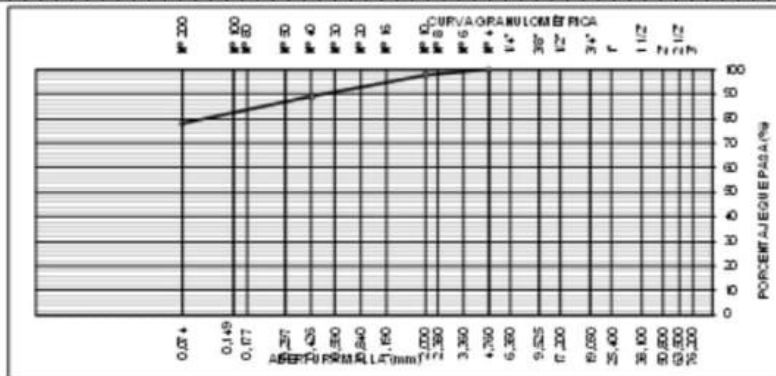
**SUELO MÁS E.I.R.L**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 138833



## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

<b>TESIS :</b>		PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE ENTRE LOS TRAMOS DEL CASERIO EL PALMO - CARDALITOS, DISTRITO DE CASITAS, TUMBES - 2023					
<b>TESISTAS :</b>		ARIEL GUZMAN PEÑA CRUZ MARCO ANTONIO CORTEZ REVILLA					
<b>FECHA :</b>		Octubre, 2023					
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO							
MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETEN (g.)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Arcilla mediana plasticidad
2 1/2"	63.500						Procedencia: C3 - M1
2"	50.800						Profundidad: 0.0 - 1.50mt.
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						PESO TOTAL (W <sub>0</sub> ) = 300gr
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						PORCENTAJE DE AGREGADO
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0		Grava: %
N° 6	3.360						Arene: 22%
N° 8	2.380						Fino: 78%
N° 10	2.000	6	2.0	2.0	98.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	9	3.0	5.0	95.0		
N° 40	0.426	18	6.0	11.0	89.0		
N° 60	0.297	9	3.0	14.0	86.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	24	8.0	22.0	78.0		
Total							
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECÁNICA DE LA MUESTRA							
Limite liquido (%)		38.7					
Limite Plastico (%)		20.0				Humedad (%)	9.30
Indice de Plasticidad (%)		18.7					
Clasificación:	SUICS	CL					
	AASHTO						



SUELOMAS E.I.R.L.  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP: 136633









TÍTULO DEL PROYECTO:  
 Propuesta de Mejoramiento de la Trocha Carozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023

EXPERIENCIA CURRICULAR:  
 DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD:  
 INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL:  
 INGENIERÍA CIVIL

INTEGRANTES:  
 - Carlos Revilla Marco Antonio  
 - Pefo Cruz, Ariel Guzman

ESCALA:  
 INDICADA

FECHA:  
 NOVIEMBRE 2023



TÍTULO DEL PROYECTO:  
 Propuesta de Mejoramiento de la Trocha Carozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes - 2023

EXPERIENCIA CURRICULAR:  
 DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

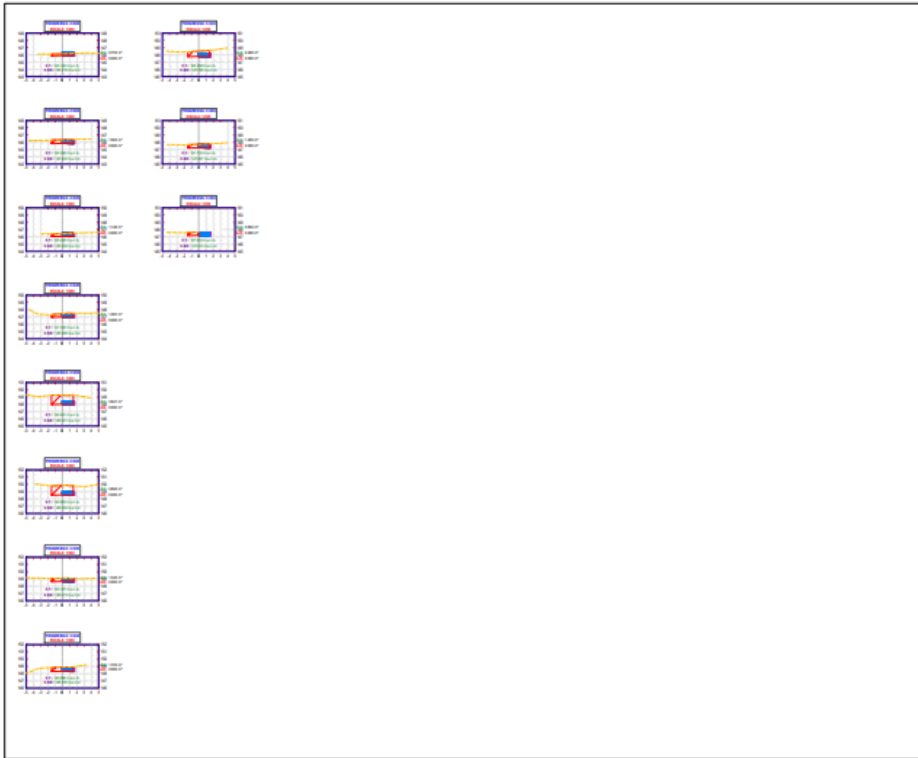
FACULTAD:  
 INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL:  
 INGENIERÍA CIVIL

INTEGRANTES:  
 - Carlos Revilla Marco Antonio  
 - Pefo Cruz, Ariel Guzman

ESCALA:  
 INDICADA

FECHA:  
 NOVIEMBRE 2023



TITULO DEL PROYECTO:  
 Propuesta de Mejoramiento de la  
 Trocha Carroable entre los  
 Tramos del Caserio el Palmo -  
 Cardalillo, Distrito de Cochas,  
 Tumbes - 2023

EXPERIENCIA CURRICULAR:  
 DESARROLLO DEL PROYECTO DE  
 INVESTIGACIÓN

FACULTAD:  
 INGENIERÍA

ESUELA  
 PROFESIONAL:  
 INGENIERÍA CIVIL

INTEGRANTES:  
 - Cortez Revilla, Marco Antonio  
 - Pello Cruz, Adiel Guzman

ESCALA:  
 INDICADA

FECHA:  
 NOVIEMBRE 2023



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de Mejoramiento de la Trocha Carrozable entre los Tramos del Caserío el Palmo - Cardalitos, Distrito de Casitas, Tumbes – 2023", cuyos autores son PEÑA CRUZ ARIEL GUZMAN, CORTEZ REVILLA MARCO ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

PIURA, 26 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO <b>DNI:</b> 40534510 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 26-12- 2023 18:56:25

Código documento Trilce: TRI - 0709146