

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO
VIAL CHALÁN LA CEIBA (SUCRE), PARA DIFERENTES TRAZADOS, SEGÚN SU
FUNCIONALIDAD Y VELOCIDAD DE DISEÑO**

HUGO ARMANDO VARGAS MORALES

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIO A DISTANCIA - FAEDIS
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C. COLOMBIA
2015**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO
VIAL CHALÁN LA CEIBA (SUCRE), PARA DIFERENTES TRAZADOS, SEGÚN SU
FUNCIONALIDAD Y VELOCIDAD DE DISEÑO**

HUGO ARMANDO VARGAS MORALES

**Propuesta de grado presentada como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero
Civil**

**Director:
Ing. Luis Angel Moreno Anselmi**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIO A DISTANCIA - FAEDIS
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C.
2015**

Nota de Aceptación:

Aprobado por el Comité según los requisitos exigidos
por la Universidad Militar Nueva Granada.

Director

Jurado

Jurado

Bogotá, Enero de 2015

La culminación de mi trabajo de grado primero la dedico a:

Primero quiero agradecer a Dios por haberme dado la constancia necesaria para culminar mi carrera como ingeniero civil y cumplir una meta importante en mi vida que es servir a la comunidad generando obras de infraestructura.

Agradezco a mi esposa Magally Anzola Rodríguez por apoyarme durante mi carrera en momentos de cansancio y de pocas fuerzas para continuar, también su paciencia que demostró en los momentos que dedique tiempo valioso a nuestra familia haciéndome ver los frutos que traería para el futuro. A mis padres por brindarme consejos de perseverancia y el apoyo que han tenido e influencia en mi familia.

Una parte importante en la decisión de volverme ingeniero civil fue mi primo Ing. Hector Joaquín Gualteros Vargas que me compartió su conocimiento y me enseñó la responsabilidad de pertenecer a un gremio que colabora directamente en la construcción de un mejor país y del crecimiento económico de la región.

Hago una mención especial a las personas que pertenecen a tan grande institución como lo es la Universidad Militar Nueva Granada y a los docentes que me formaron y apoyaron durante mi carrera, entre ellos se encuentran: I.C. Carol Arévalo Jefe de programa que admiro su persistencia en que la calidad de la institución siempre siga en alza. Agradezco al I.C. Luis Angel Moreno Anselmi por haber impartido sus conocimientos, supervisado y darle forma a la presente tesis.

También quiero agradecer a la secretaria de planeación de Chalan Sucre en cabeza del Secretario de Planeación el señor Cristian Navarro por haber apoyado mi tema de tesis y haber suministrado los datos necesarios para realizar la investigación.

En general agradezco a todas las personas que hicieron parte durante estos años de mi formación profesional, profesores, compañeros y familiares que influyeron directa e indirectamente.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3 DELIMITACIÓN	23
1.3.1. Vías de comunicación y antecedentes técnicos municipio de chalan	26
1.4. ANTECEDENTES TECNICOS	29
1.4.1. Características actuales de la vía chalan la ceiba apartada – salitral	30
1.5. FORMULACIÓN	31
2. JUSTIFICACIÓN	33
3. OBJETIVOS	34
3.1 Objetivo General	34
3.2 Objetivos Específicos	34
4. MARCO TEÓRICO	35
4.1. TRAMO VELOCIDAD DE DISEÑO 40 Km/h.	36
4.1.1. Longitud Curvas de Transición	37
4.1.2. Longitud Mínima de la Curva Circular	38
4.1.3. Puntos de quiebre horizontales	38
4.1.4. Peralte	38
4.1.5. Fricción Transversal Máxima	38
4.1.6. Rampa de Peralte	39
4.1.7. Pendiente Longitudinal Máxima	39
4.1.8. Longitud de curvas verticales	40

4.1.9.	Sección transversal	41
4.1.10.	Geometría de taludes	41
4.1.11.	Cunetas.	41
4.2.	TRAMO VELOCIDAD DE DISEÑO 60 Km/h.	41
4.2.1.	Longitud Curvas de Transición	43
4.2.2.	Longitud Mínima de la Curva Circular	44
4.2.3.	Puntos de quiebre horizontales	44
4.2.4.	Peralte	44
4.2.5.	Fricción Transversal Máxima	44
4.2.6.	Rampa de Peralte	45
4.2.7.	Pendiente Longitudinal Máxima	46
4.2.8.	Longitud de curvas verticales	46
4.2.9.	Sección transversal	47
4.2.10.	Geometría de taludes	47
4.2.11.	Cunetas.	48
4.3.	TRAMO VELOCIDAD DE DISEÑO 110 Km/h.	48
4.3.1.	Longitud Curvas de Transición	50
4.3.2.	Longitud Mínima de la Curva Circular	50
4.3.3.	Puntos de quiebre horizontales	50
4.3.4.	Peralte	51
4.3.5.	Fricción Transversal Máxima	51
4.3.6.	Rampa de Peralte	52
4.3.7.	Pendiente Longitudinal Máxima	53
4.3.8.	Longitud de curvas verticales	53
4.3.9.	Sección transversal	54
4.3.10.	Geometría de taludes	54
4.3.11.	Cunetas.	55
5.	METODOLOGIA	56
5.1.	DESCRIPCION	56

5.2.	Diseño Geométrico 40 Km/h	57
5.3.	Diseño Geométrico 60 Km/h	66
5.4.	Diseño Geométrico 110 Km/h	70
5.5.	Costos directos de cada trazado diseñado	72
6.	ANALISIS DE RESULTADOS	73
7.	CONCLUSIONES	87
	BIBLIOGRAFIA	89

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Red de carreteras primarias (Rojo) en Colombia.	15
Figura 2 División Política de Sucre	24
Figura 3 Red de vías primarias de Sucre	27
Figura 4 Trazado actual de 13 km Chalan – La Ceiba – La Apartada	27
Figura 5 Red de vías terciarias de Sucre	28
Figura 6 Empalme de inicio en vía terciaria	57
Figura 7 K0+350 Curvas sucesivas de difícil aumento a velocidad vía rancho rojo	58
Figura 8 K0+350 vía rancho rojo	58
Figura 8 K0+900 Conservación del trazado inicial en zona montañosa	59
Figura 10 K0+900 Zona montañosa	59
Figura 9 K2+000 Puente el Simpático 30m	60
Figura 12 Deslizamientos debido al invierno	60
Figura 10 K3+600 Paso por zonas urbanas	61
Figura 11 K6+500 Zona de alta montaña	61
Figura 12 sub región Montes de María de chalan	63
Figura 13 Empalme velocidad 60Km/h	66
Figura 14 Sitio critico K0+350 mejorado	66
Figura 15 Sitio critico K1+300 unificación de curva a la derecha	67
Figura 16 Sitio critico K2+000 Puente quebrada el simpático	67
Figura 17 Afectación en zona rural	68
Figura 17 Zonas de alta montaña	68
Figura 22 Zonas planas de coincidencia en trazados K8+000	69

Figura 23 Trazado nuevo de 110Km/h.....	70
Figura 24 Trazado nuevo de 110Km/h eliminación de corredor existente	70
Figura 24 Variante a la zona poblada vereda Don Gabriel	71
Figura 26 Variación de trazados K0+000 – K0+500.....	76
Figura 27 Variación de trazados K0+500 – K2+150.....	77
Figura 28 Incidencia en aumento de velocidades 60 Km/h – 110Km/h	77
Figura 29 Soluciones optadas para centro poblado en La Ceiba.....	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. División política del departamento	21
Tabla 2 Proyección de población al año 2015	22
Tabla 3 Datos de la convocatoria a licitación publica	29
Tabla 5 Ancho de calzada.....	36
Tabla 6 Ancho de Bermas	37
Tabla 7 Radios Mínimos.....	37
Tabla 8 Coeficiente de fricción.....	38
Tabla 9 Pendiente Relativa.....	39
Tabla 10 Pendiente Máxima.....	40
Tabla 11. K mínimo	40
Tabla 12 Ancho de calzada.....	42
Tabla 13 Ancho de Bermas	43
Tabla 14 Radios Mínimos.....	43
Tabla 15 Coeficiente de fricción.....	45
Tabla 16 Pendiente Relativa.....	45

Tabla 17 Pendiente Máxima.....	46
Tabla 18. K mínimo	47
Tabla 19 Ancho de calzada.....	49
Tabla 20 Ancho de Bermas	49
Tabla 21 Radios Mínimos.....	50
Tabla 22 Coeficiente de fricción.....	52
Tabla 23 Pendiente Relativa.....	52
Tabla 24 Pendiente Máxima.....	53
Tabla 25. K mínimo	54
Tabla 25. Amenazas identificadas región Montes de María Chalan	65
Tabla 27. Estructura de pavimentos 40 Km/h.....	65
Tabla 28. Estructura de pavimentos 60 Km/h.....	69
Tabla 28. Puentes proyectados para velocidades de 110 Km/h.....	71
Tabla 29. Características geométricas existentes y división de zonas homogéneas	74
Tabla 30. Alternativa 1 Costos directos vía 40Km/h	84
Tabla 30. Alternativa 2 Costos directos vía 60Km/h	85

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 Indicadores Foro Económico Mundial	16
Grafica 2 Índice de competitividad Global. Percentil en el ranking.....	17
Grafica 3 Estado de la red vial en afirmado	18
Grafica 4 Árbol de problemas.....	32

INTRODUCCIÓN

El departamento cuenta con 526 Km de vías terciarias de las cuales el 80% se encuentran en mal estado y el 20% con desarrollo aceptable (Gaceta departamental de Sucre, 2012-2015). Un porcentaje muy bajo en comparación a otros departamentos, en donde la inversión de recursos ha sido azotada por la corrupción y el desplazamiento forzoso de la población. Las vías más representativas del departamento son: Bolívar - Sucre, Guavata - Sucre, Vélez - Bolívar - Sucre, Vélez - Guavata Sucre, Florián - Sucre, Barbosa - Jesús María – Sucre, La Belleza - La Pradera - Sucre y Puente Nacional –Guavata – Sucre.

Las únicas vías pavimentadas parcialmente son: La cabecera municipal y los corregimientos de Sabana grande, Granja y Pradera, la importancia de tener unas vías terciarias y secundarias en buen estado es la reducción de los sobre costos generados en la economía local por la difícil movilidad sobre todo en el invierno.

En el año 2010 se dispuso un plan integral en el que se pensó mejorar la movilidad del departamento en los sitios más vulnerables, donde la población se ha visto más afectada y han tenido que soportar proyectos de pavimentación que no se concluyen, así como vías temporales o sin mantenimiento.

En la estructuración de proyectos viales se nota la tendencia de los entes gubernamentales de solicitar recursos para pavimentar vías secundarias y terciarias sin estudios y diseños en donde el

alcance real será el presupuesto final aprobado dejando proyectos con bajas calidad y hasta inconclusos.

La ley 103 de 1995 excluye a las vías secundarias y terciarias de las especificaciones mínimas requeridas pero si encargándolas a cada municipio, situación que se presta para elegir especificaciones o características a conveniencia o por experiencia propia de los entes encargados.

El objeto de estudio en este trabajo será analizar si factores como la velocidad de diseño (ancho de calzada, bermas, radios mínimos, pendientes máximas y mínimas, peraltes etc), pueden influir como dato de partida para solicitar recursos y comparar la variable costo entre estas y si construir la vía a cierta velocidad de diseño cambiara significativamente la relación costo beneficio. Los manuales de diseño geométrico recomiendan ciertas características de diseño al estructurar proyectos nuevos, rehabilitaciones, o mejoramiento de carreteras, por tal motivo cada vía debe analizarse como independiente, y si es posible con mínimo dos velocidades diferentes.

El tramo de estudio será la construcción de una vía en el departamento de Sucre entre los municipios de Chalan – La Ceiba – La Unión, analizada a tres velocidades, se escoge esta carretera por ser un corredor que tiene características topográficas montañosos y ondulados que permiten demarcar fácilmente el cambio entre velocidades bajas y altas. Además servirá como documento de apoyo para tramitar recursos y viabilidad del proyecto.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

En un país como Colombia que ha tenido un aumento económico del 4.3% en el año 2013 según lo indica la revista Portafolio (2014) sección de economía, las vías de comunicación representan una parte fundamental de la meta propuesta por el gobierno de llegar al 4.7% en el 2014. Las inversiones del sector privado en construcción de carreteras disparo el auge de estas contribuyendo a que el sector de la construcción haga parte de la columna vertebral de la economía local.

El crecimiento de las importaciones y exportaciones gracias a los tratados de libre comercio que Colombia ha firmado con varios de los países más importantes del mundo, obliga a mejorar el sistema de transporte para ser competitivos en el intercambio de productos que se distribuyen por todo el país. Si se pone en la balanza la incidencia que han tenido las vías en el desarrollo del país versus la inversión realizada durante los últimos años nos arrojan cifras decepcionantes.

Según Ministerio de Transporte (2011-2013) Colombia tiene una red de carreteras distribuidas así:

- Primarias de 17.143 Km
- 111.364 km red secundaria y terciaria:
 - 36.618 Km a cargo de los departamentos
 - 34.918 Km a cargo de los municipios
 - 27.577 Km vías terciarias a cargo del INVIAS (antes caminos vecinales)
 - 12.251 Km de vías privadas

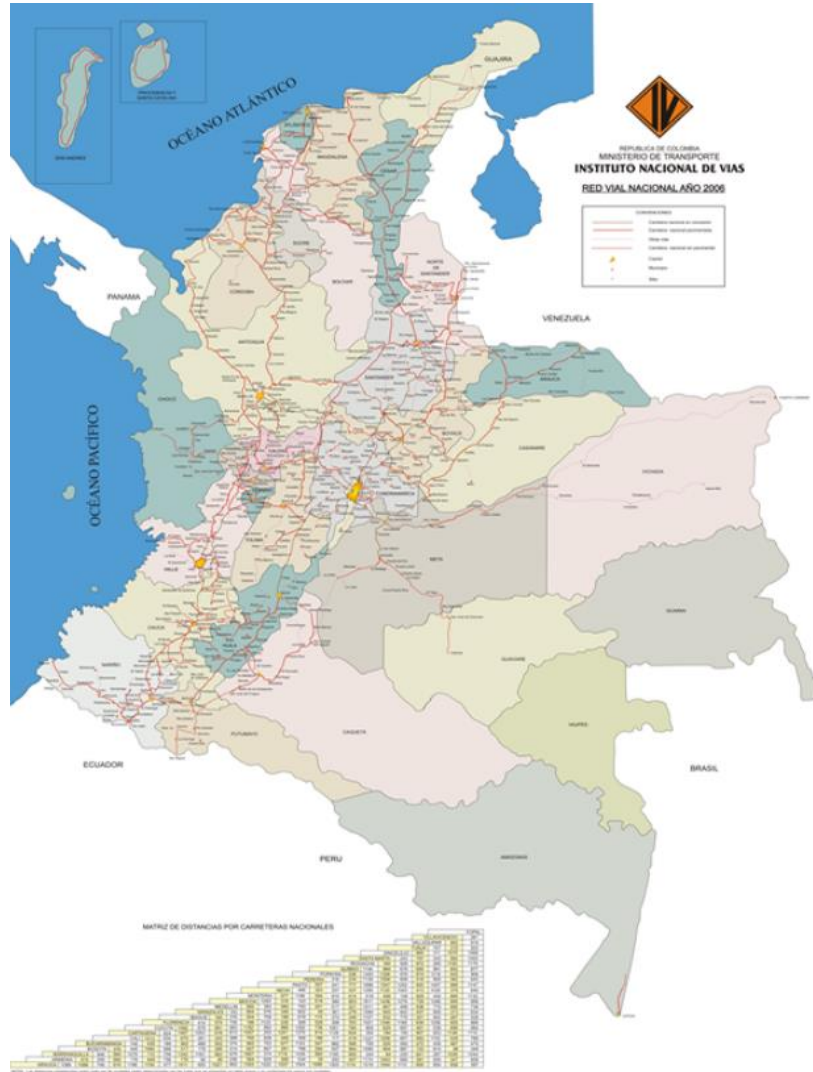


Figura 1 Red de carreteras primarias (Rojo) en Colombia.

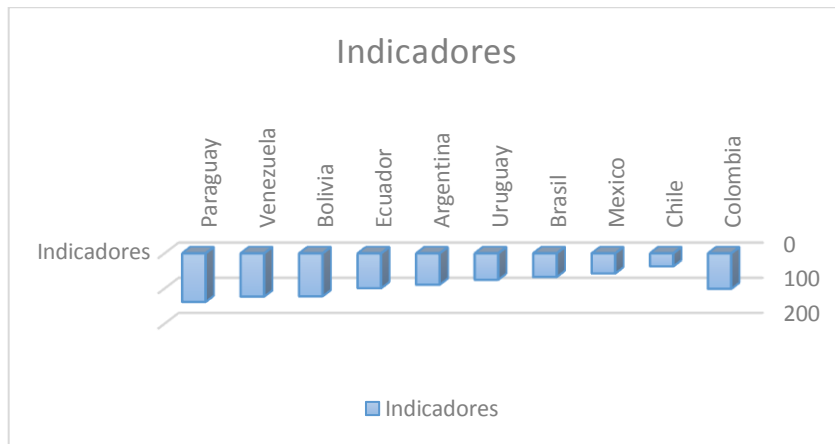
Fuente: Portal INVIAS Mapas de la red vial

Se hicieron calificaciones en el 63.72% 10.923 Km (tamaño de muestra en vías primarias) y los resultados muestran que 7.960 Km son pavimentadas y 2.963 Km no están pavimentadas (afirmado) que equivalen al 27.13 % de la red calificada y al 17.28% de la red primaria inventariada. Aunque en los últimos años se ha mejorado la red vial nacional de 4724 Km, según Fedesarrollo (2013) un país como Colombia debe tener el 26% más de kilómetros de

carreteras de los que tiene actualmente. El déficit es de 45 mil kilómetros. Si miramos de cerca las vías no pavimentadas corroboran el atraso vial que va en cercano al 30%.

Al problema anterior de la falta de vías se debe sumar la baja calidad de la infraestructura vial, según Zamora (2012) los indicadores de Competitividad Colombia:

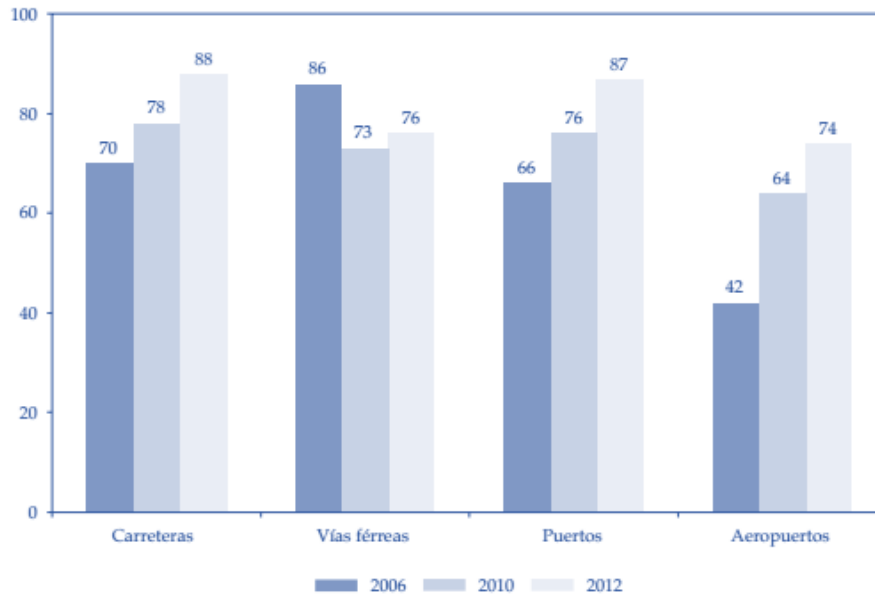
Colombia ocupa el puesto 97 en relación km/hab y la densidad de carreteras pavimentadas es de 0.013 Km/km², siendo una de la menores en América; pero en infraestructura de 133 países, Colombia ocupa el puesto 101, siendo inferior a Chile (37), México (57), Brasil (67), Uruguay (75), Argentina (89) y Ecuador (99) y con una calificación superior a la de algunos países de la región como Bolivia (122), Venezuela (123) y Paraguay (138), esto nos muestra que solo estamos por encima de Bolivia, Paraguay y Venezuela.



Grafica 1 Indicadores Foro Económico Mundial

Fuente: Autor

Además Colombia no solo en vías tiene bajas calificaciones sino en aeropuertos y demás sistemas de transporte como lo muestran los datos que muestran un percentil de ranking por debajo del 70%



Grafica 2 Índice de competitividad Global. Percentil en el ranking

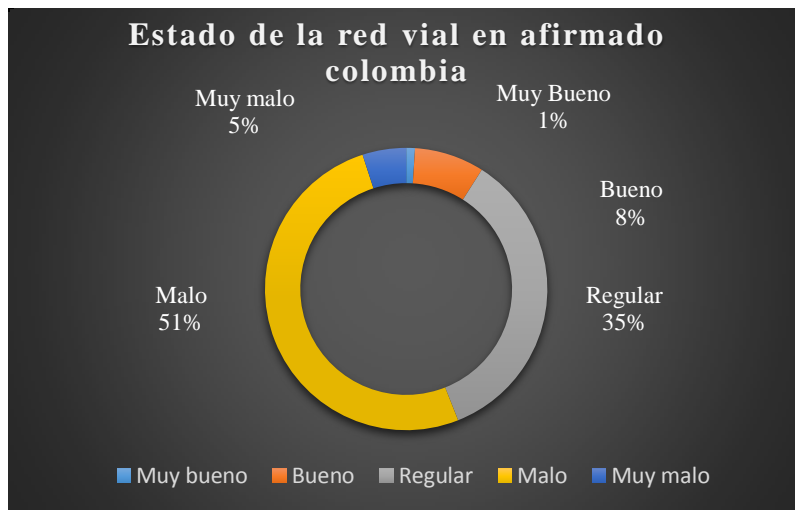
Fuente: Foro Económico Mundial (2013)

La baja inversión del sector privado y público sobre todo en los años 90 son los responsables de las cifras mostradas, no se ha incentivado adecuadamente a todos los sectores; siempre se ha privilegiado la inversión social por sobre la productiva. Otro factor que influye en la mala inversión ha sido la política fiscal en la que los inversionistas reciben a largo plazo esto desanima la inversión del privado. Algo positivo se ha visto en los últimos años donde el PIB de la nación se ha destinado un 1.25% entre el 2010 y 2011.

Especialistas en macro economía Yepes, T (2008) han demostrado que se deben invertir el 3.1 % del PIB por año para poder suplir la demanda de carreteras actual y la inversión futura: El 20% deberá invertirse en alcanzar el equilibrio de transporte para Colombia y el 80% para suplir la demanda de los tratados de libre comercio así como la demanda del turismo acelerado que atraviesa Colombia.

1.1.1. Red vial terciaria y el desarrollo de una región

La red de carreteras secundarias y terciaria hacen parte del 90% de las vías en Colombia, por lo tanto el buen estado de estas y la pavimentación forman parte del grupo de mejoras que se deben realizar socialmente para la disminución de la pobreza. Las vías en Colombia están centralizadas ver *Figura 1* Red de carreteras primarias (Rojo) en Colombia., y la forma de asignación de recursos para la construcción, rehabilitación y mantenimiento no es continuo, sino correctivo. Además muchas de las entidades encargadas de estas vías no tienen capacidad de planeación y su gestión se vuelve engorrosa pues se debe tener una visión técnica y económica. La falta de información que se tiene de la verdadera red vial y la falta de inventarios que categoricen la vía (secundaria o terciaria) originan confusión en las responsabilidades entre los municipios y los departamentos para tales gestiones. La Grafica 3 Estado de la red vial en afirmado, muestra el verdadero estado de las vías terciarias y secundarias en Colombia.



Grafica 3 Estado de la red vial en afirmado

Fuente: Ministerio de Transporte (2011-2013). Transporte en cifras. Tabla 43 distribución porcentual de la red primaria a cargo de INVIAS. Elaboración Propia

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El departamento de sucre tiene una red de carreteras deficientes que no colaboran con el crecimiento económico del departamento, ya que van en contravía de las necesidades del sector agropecuario, ganadero y turístico debido a su estado deficiente.

En el año 2010 el Sucre con el apoyo del programa Plan vial Regional del Ministerio de Transporte presento un plan departamental de desarrollo para dar un eje o dirección adecuada a los recursos e invertir en las redes viales Secundarias que son las conexiones más apropiadas entre las zonas productivas y los mercados nacionales.

La constitución Política de 1991 ha priorizado la gestión de redes viales con la ley 105 de 1993 asignando recursos y obligando a la nación planear y fortalecer las redes arteriales notificando lo siguiente:

- “La nación se hará responsable de la red vial arterial RVA, definida como aquella que cumple la función básica de integración entre las principales zonas de producción y consumo del país, y entre este y los demás países”
- Los departamentos se harán responsables de la Red Vial Departamental (RVD), conformada por las vías que son de propiedad de los departamentos, las que el Gobierno Nacional en cumplimiento de lo ordenado en esta Ley les transfiere mediante convenio y, aquellas que en el futuro sean departamentales.

- Los municipios se harán responsables de la Red Vial Municipal (RVM), integrada por aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas o veredas entre sí.

Debido a esta reorganización el departamento de sucre ha intentado mejorar la red secundaria pero sin resultados evidenciados al actual estado de la vía entre los municipios de Chalan y La Ceiba. El departamento se conforma de 26 municipios y 275 corregimientos que se agrupan en 5 sub regiones como lo muestra la Tabla 1. División política del departamento.

Tabla 1. División política del departamento

MUNICIPIOS			AREA		No. Corregimientos
Sub regiones	No.	Nombre	km2	%	
MONTES MARIA	1	Sincelejo	303	2.78	21
	2	Chalan	97.59	0.89	1
	3	Ovejas	465.77	4.27	11
	4	Morroa	169.7	1.55	10
	5	Coloso	161.94	1.48	4
GOLFO DE MORROSQUILLO	6	Coveñas	55.99	0.51	4
	7	Palmito	173.78	1.59	4
	8	Santiago de Tolu	365.28	3.35	6
	9	Toluviejo	263.15	2.41	10
	10	San Onofre	1080.58	9.9	23
SAN JORGE	11	San Marcos	1080.69	9.9	11
	12	San benito	1393	12.76	21
	13	La unión	234.23	2.15	5
	14	Caimito	483.23	4.43	7
MOJANA	15	Guaranda	361.69	3.31	8
	16	Majagual	952.31	8.72	26
	17	Sucre	1062.92	9.74	38
SABANA	18	Buenvista	114.99	1.05	1
	19	Corozal	275.53	2.52	10
	20	El roble	212.89	1.95	11
	21	Galeras	306.23	2.81	5
	22	Los palmitos	219.07	2.01	6
	23	Sam Pues	222.89	2.04	14
	24	San Juan de betulia	230.03	2.11	5
	25	San pedro	217.4	1.99	3
	26	San Luis de Since	413.09	3.78	10
TOTAL			10916.97	100	275

Fuente: IGAC (Marzo 2003) Secretaria de planeación distrital

Las vías priorizadas para la elaboración de sus estudios y diseños tienen como propósito orientar eficientemente las inversiones en la Red Vial a cargo del Departamento, respondiendo a criterios de priorización de las vías regionales contenidas en el plan de intervenciones y el programa de inversiones, que desarrolla los estudios adecuados para su implementación.

Según el plan de desarrollo municipal 2012 – 2015, el municipio de Chalan cuenta con 63.5 Km de vías terciarias que se encuentran sin pavimentar con material de afirmado y que en épocas de lluvias son intransitables con graves consecuencias de movilidad de carga y pasajeros que desean salir a la cabecera municipal o a otras ciudades claves para su economía. Lo anterior sumado a la situación de pobreza que el DANE arroja, que son de 91.1% debido a los altos niveles de desempleo, acelerando el desplazamiento de la zona rural, por lo tanto la construcción de la vía Chalan – La Ceiba aportara al desarrollo y crecimiento económico de la región. La proyección de población se muestra en la siguiente tabla hecha por el DANE al año 2015.

Tabla 2 Proyección de población al año 2015

PROYECCIONES DE POBLACIÓN DANE	1985			1993			2005			2010			2015		
	Tot	H	M	Tot	H	M	Tot	H	M	Tot	H	M	Tot	H	M
Total	4.051	2.065	1.986	4.098	2.052	2.046	4.188	2.154	2.034	4.275	2.189	2.086	4.354	2.222	2.132
0-4	615	314	301	594	317	277	497	257	240	475	243	232	464	238	226
05-sep	608	317	291	517	264	253	496	257	239	474	246	228	455	235	220
oct-14	515	259	256	464	225	239	507	263	244	470	245	225	452	236	216
15-19	485	243	242	427	207	220	446	228	218	466	244	222	431	226	205
20-24	363	188	175	388	190	198	370	194	176	399	203	196	425	221	204
25-29	273	142	131	352	172	180	312	164	148	327	170	157	361	183	178
30-34	220	114	106	279	136	143	266	138	128	279	145	134	296	151	145
35-39	187	93	94	225	109	116	268	134	134	240	123	117	253	130	123
40-44	156	79	77	185	94	91	231	121	110	250	124	126	224	114	110
45-49	143	72	71	147	76	71	189	101	88	216	112	104	234	114	120
50-54	89	45	44	112	57	55	143	71	72	175	93	82	200	103	97
55-59	72	37	35	105	51	54	127	64	63	131	64	67	162	85	77
60-64	99	51	48	83	41	42	88	45	43	114	57	57	117	56	61
65-69	78	40	38	78	41	37	86	42	44	76	38	38	99	47	52
70-74	72	35	37	65	34	31	62	30	32	73	34	39	66	33	33
75-79	42	20	22	39	20	19	44	22	22	50	24	26	55	25	30
80 Y MÁS	34	16	18	38	18	20	56	23	33	60	24	36	60	25	35

Fuente: DANE – CHALAN (2014)

Un factor decisivo a la hora de la destinación de recursos viales son las exigencias del tránsito en lo referente a la seguridad vial y la velocidad de operación, que obligan a un mejoramiento continuo de los criterios del diseño, esto aplica si es un mejoramiento de las carreteras existentes, y a los incrementos de los volúmenes de tránsito que generara un proyecto de mejoramiento.

En Abril de 2013 el departamento de Sucre convocó a licitación pública la consultoría para la elaboración de los estudios y diseños de pre inversión para las vías aprobadas por el órgano colegiado de administración y decisión OCAD regional. Entre estas vías se encuentra el tramo Chalan – La ceiba, tramo base para la presentación de esta propuesta de grado, en la que se hará un estudio de la variable costo que determinara cual es el tipo de vía más apropiada para la región en función de la velocidad de diseño y cuál sería el impacto económico en la construcción de vías de altas y medias especificaciones para tramos de vías secundarias. Se espera determinar los factores que han limitado la estructuración y ejecución de vías con mejores especificaciones de servicio en Colombia.

1.3 DELIMITACIÓN

El municipio de Chalan se encuentra situado en el departamento de Sucre, limita al norte con el Municipio del Carmen de Bolívar, por el sur y el oeste con el Municipio de Coloso y por el este con el Municipio de Ovejas. Su extensión total es de 75.15 Km² su temperatura media es de 21° C y la distancia de referencia es de 54 kilómetros del Municipio de Sincelejo

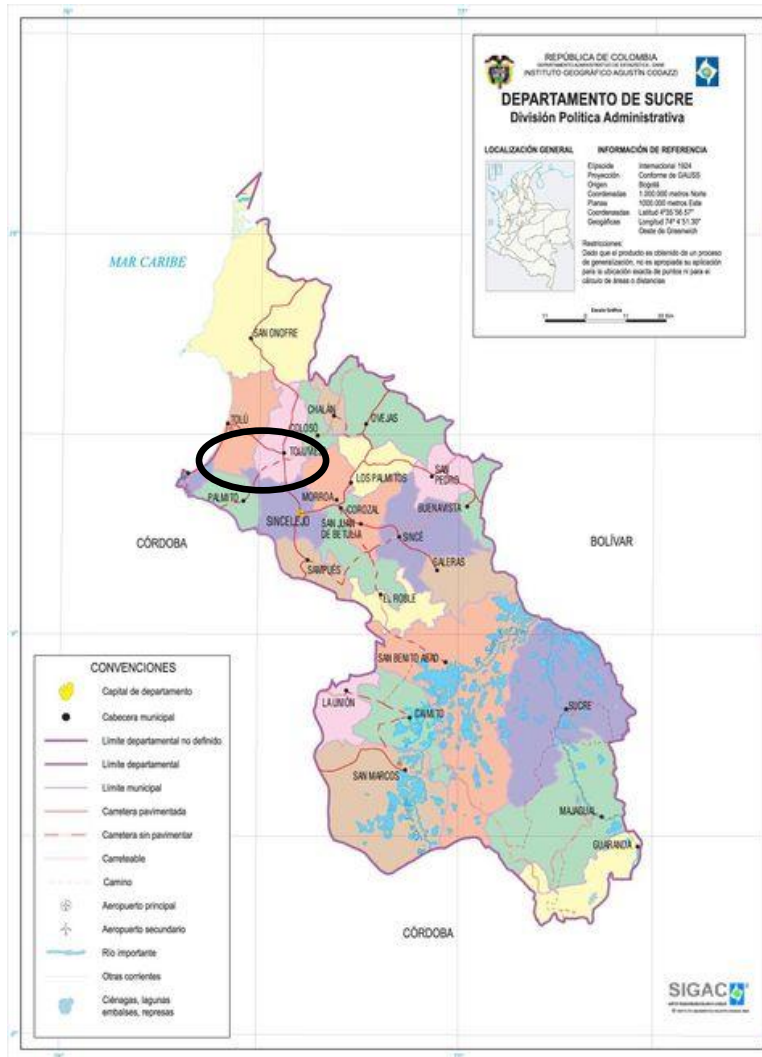


Figura 2 División Política de Sucre

Fuente: IGAC

El territorio del Municipio de Chalán hace parte de la formación geológica de la Serranía de San Jacinto o Montes de María, unidad constituida por cinturones montañosos, escabrosos y disertados, que combinan valles y montañas escarpadas con alturas que oscilan entre los 200 y los 600 msnm. Sus máximas alturas en el municipio son: cerro de Garrapata, Membrillal, Paredilla, Sillete del Medio, cerro de Canal, cerro Grande, cerro de Sereno y el cerro de las Campanas, algunos de los cuales comparten territorio con el municipio de Coloso. PLAN DEPARTAMENTAL (2010)

Este municipio se encuentra una serie de arroyos y cañadas que se manifiestan como fuentes de agua superficiales temporales que corren impetuosamente después de las precipitaciones de la temporada, lo cual provoca erosión por el grado de desnudez presentada por la deforestación total de las micro cuencas. En época de invierno se encuentran aguas superficiales depositadas en represas y Jagüeyes.

Los manantiales de ojo de agua se forman cuando la roca caliza se fraccionan dando salida a los depósitos subterráneos que se surten de agua en época de lluvia; sus caudales bajan en verano. Algunos ojos de agua se localizan en: Sereno Alante, El Limón, Ojo de agua, Nuevo Sereno, Sereno bajo, Sillete en Medio, Las Colinas, Garrapata, El Canal, Poza azul, Pitarcito, Membrillal y Paraíso

Los suelos tienen textura franco arcillosa, provenientes de materiales con orígenes en el terciario y cuaternario donde predominan las calcáreas, calizas y arcillolitas, además de rocas sedimentarias, lo que determina un comportamiento o reacción básica del suelo altamente saturada.

La economía del municipio de Chalán se sustenta en las actividades agrícolas y pecuarias, las cuales generan el 90% del empleo y de la cual dependen el ingreso de la población. Le siguen en orden de importancia el comercio y los servicios.

En general, el municipio de Chalán registra un bajo desarrollo económico caracterizado por los bajos ingresos de los hogares, baja diversificación productiva, bajo desarrollo tecnológico de

las actividades económicas y pocos activos para la producción, lo cual hace que dichas actividades no sean competitivas. Entre las actividades económicas más importantes en el municipio se destacan la agricultura con cultivos de maíz, yuca, ñame, tabaco y aguacate y la ganadería semintensiva a nivel de medianos y pequeños productores constituyéndose estos en los principales renglones de ingresos para la comunidad. (ALCALDIA DE CHALAN SUCRE 2014)

1.3.1. Vías de comunicación y antecedentes técnicos municipio de chalan

Las vías de comunicación terrestres son: Desde la Troncal de Occidente hasta la cabecera Municipal de Chalan hay una distancia de 12 km vía Ovejas. Desde Toluviejo via Coloso-Chalan a una distancia de 36 km. En el mapa del INVIAS se muestra de color rojo las vías principales, y en azul se muestra la vía en estudio.

El crecimiento económico de Sucre se ha basado en su potencial agropecuario, ganadero, cultural y turístico de las diferentes subregiones, pero por la falta de mantenimiento y conservación de las vías se han desarticulado los centros de producción con los centros de consumo, lo cual ha limitado las posibilidades de generar empleo, ingresos y divisas, todo esto reflejado en las condiciones de vida de la población.



Figura 3 Red de vías primarias de Sucre

Fuente: Portal de Mapas INVIAS

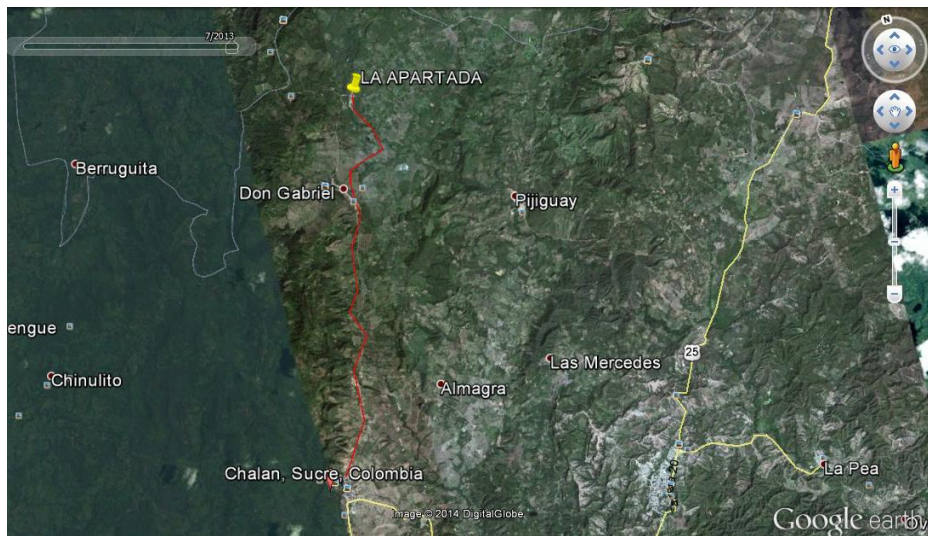


Figura 4 Trazado actual de 13 km Chalan – La Ceiba – La Apartada

Fuente: Propia

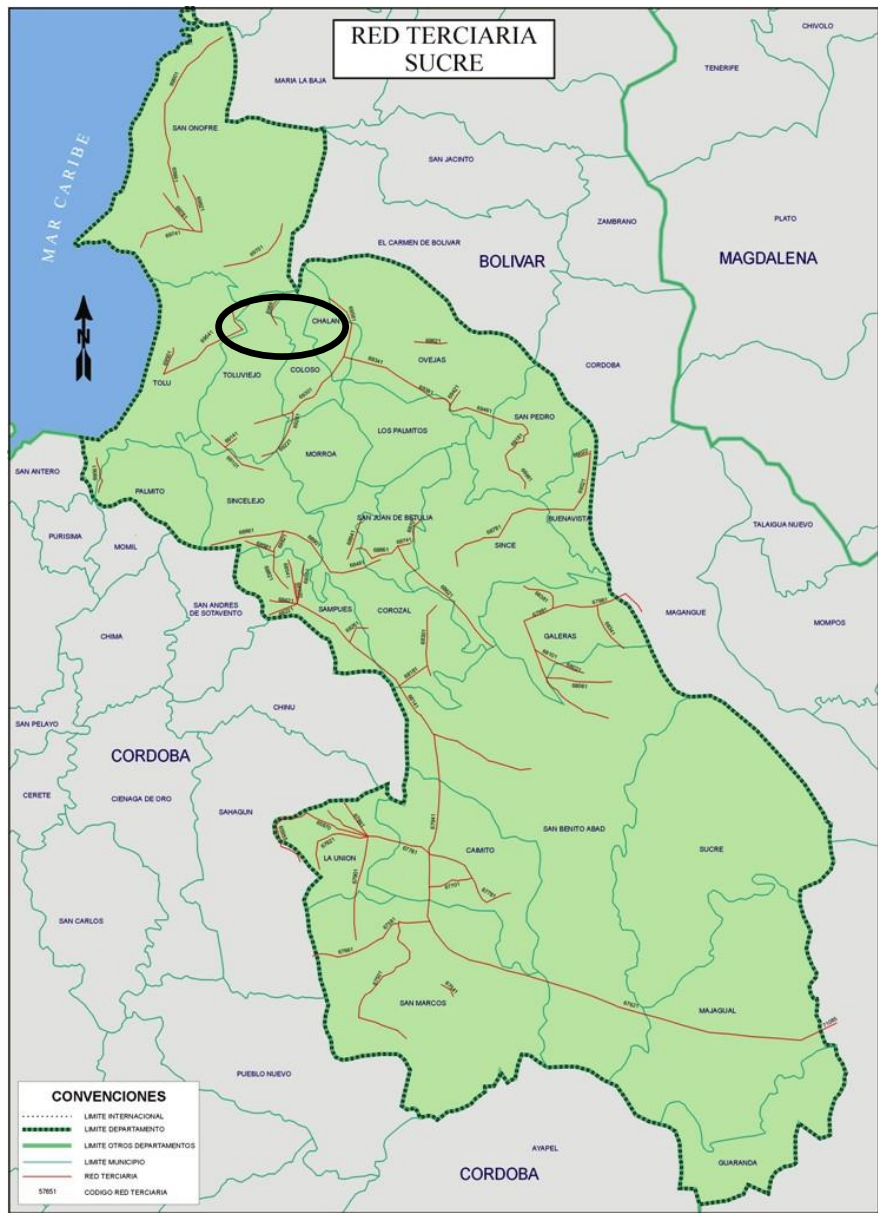


Figura 5 Red de vías terciarias de Sucre
 Fuente: Portal de Mapas INVIAS

La vía Chalan –La Ceiba- La Unión comprende un tramo de vía sin pavimentar de 13 Km, este se encuentra al norte del municipio y tiene un ancho de calzada promedio de 4.5 m.

1.4. ANTECEDENTES TECNICOS

Información brindada por el Sistema Electrónico de Contratación Pública –SECOP, en el año 2012 se hizo una convocatoria pública para el mejoramiento de las condiciones desde el kilómetro 0+000 al K2+000 iniciando en el municipio de Chalan, donde se asignaron \$158.599.911,39 para contrato No. SAMC-OP-001-2012, y dar solución a los problemas generados por el fenómeno del niño, siendo estos insuficientes para la real problemática de la vía ya que un año después fueron asignados \$1'800.000.000 para el “MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE LA VIA CABECERA MUNICIPAL A CORREGIMIENTO LA CEIBA EN EL MUNICIPIO DE CHALAN DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE”, pero no se destinaron recursos para los estudios previos, como tampoco el ancho de calzada a mejorar ni los soportes técnicos. Este contrato tiene a los siguientes datos básicos de contratación.

Tabla 3 Datos de la convocatoria a licitación publica

DATOS BÁSICOS DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN	
Valor estimado de la obra objeto del Proceso de Contratación	\$1.800.000.000,00
Rc	10%
Plazo del contrato objeto del Proceso de Contratación	SEIS (6) MESES
Fecha límite de presentación ofertas	Marzo 07 de 2014
Rp (porcentaje fijo)	20%

Fuente: SECOP CHALAN

1.4.1. Características actuales de la vía chalan la ceiba apartada – salitral

La clasificación de la vía se ha analizado con base en los capítulos 1 y 2 del manual de diseño geométrico de vías INVIAS, donde se recomienda asignar valores de Velocidad del tramo homogéneo (VTR) según su funcionalidad, tipo de terreno así como las características topográficas como pendiente transversal, longitudinal y ancho de vía.

La

Tabla 29. resume la clasificación del tramo existente, tomando como dato de partida la topografía obtenida en los anexos de los estudios aprobados por el órgano colegiado de administración y decisión OCAD- plan vial de Sucre del año 2013, para hallar la información se realizó lo siguiente:

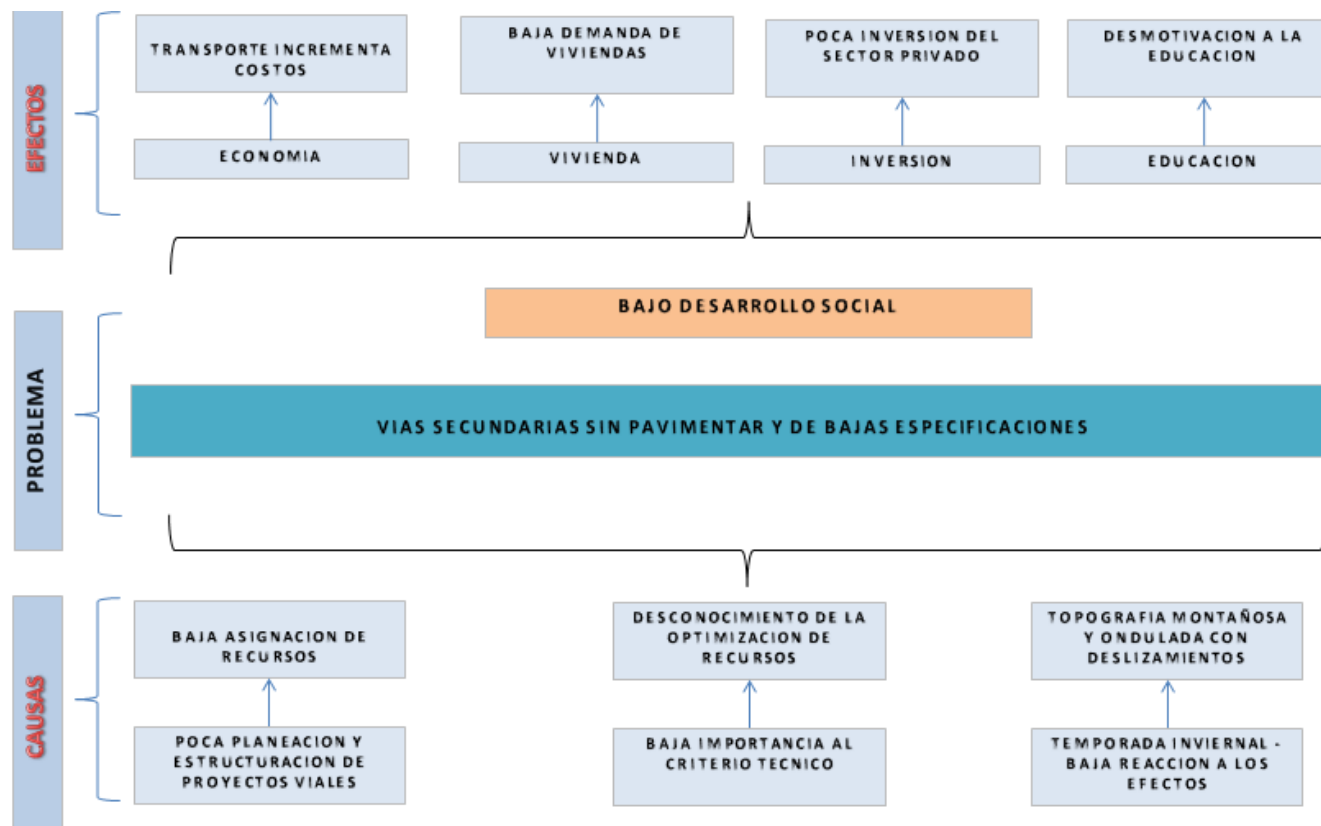
- Generar un modelo DTM en el software Civil 3d 2012 a partir de una topografía levantada con el sistema LIDAR
- Se trazó un eje imaginario de la sección promedio de la vía desde Chalan (K0+000) hasta Salitral (K13+000)
- Con el modelo topográfico se grafica un perfil longitudinal para obtener el promedio de pendientes encontrados
- Se generan secciones transversales del terreno actual para determinar los ángulos de inclinación del terreno y clasificarlo según el capítulo 2 de diseño geométrico de vías INVIAS 2008

1.5. FORMULACIÓN

La variable costo en los proyectos tiene un gran peso ya que es un parámetro de viabilidad con que el gobierno debería asignar y aprobar los recursos para así ejecutar estas obras. Por tal razón es de vital importancia dar a conocer cuál es la variación del costo a medida que en un proyecto vial se mejoran las condiciones geométricas asociadas a la velocidad de diseño, puesto que los entes gubernamentales desconocen la importancia de las velocidades en función del costo.

Según el manual de diseño geométrico de vías INVIAS 2008 capítulo 1, así el tránsito no lo exija cuando se pavimenta una carretera se deben hacer mejoras en alineamientos compatibles con el aumento de velocidades. En muchos casos después de haberse diseñado la vía y conocido el costo a cierta velocidad, se decide rediseñar a menores velocidades incrementando los costos de pre inversión, y en el peor de los casos archivando el estudio generando detrimentos en el patrimonio público. Bajo este contexto, se plantea el siguiente problema: ¿Cuál es la variación del costo de construcción en vías secundarias y terciarias en función de la velocidad de diseño?

De acuerdo con esta situación, el interrogante principal del proyecto propuesto se define como: ¿Cuál es la relación costo beneficio de la construcción de una vía diseñada y modelada a diferentes velocidades de diseño en vías secundarias y que debe conocer al respecto las gobernaciones antes de proyectar vías secundarias en el país?



Grafica 4 Árbol de problemas

Fuente: Autor

2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con la necesidad de mejorar la competitividad de Colombia, y con el fin de afrontar grandes retos en las áreas de infraestructura como los tratados de libre comercio y la economía local se hace necesario poder invertir recursos en forma óptima, pudiendo estructurar proyectos viales que cuenten con excelentes niveles de servicio. La variable costo en los proyectos tiene un gran peso ya que es un parámetro de viabilidad con que cuenta el gobierno para la asignación y aprobación de recursos y así ejecutar estas obras. Por tal razón es de vital importancia conocer cuál es la variación del costo a medida que en un proyecto vial se mejoran las condiciones geométricas asociadas a la velocidad de diseño.

Ahora, para el caso del proyecto en particular, tiene como antecedentes contratos de obra realizados en años anteriores que establecieron su condición de vía terciaria debido a la pasada ola invernal, razón por la se considera que el corredor vial propuesto permitirá un análisis comparativo importante para lograr los objetivos de esta investigación. Hasta el momento la vía continúa sin intervención. Si los elementos que influyen en la velocidad de diseño (Ancho de carril, ancho de bermas, zonas de servicio) no es la adecuada el proyecto puede ser inviable por el tope máximo del costo directo y quedarse como sucede en muchos casos “proyectos de papel”.

Los proyectos viales de carreteras secundarias en el país no tienen el mismo control o el respaldo técnico que las vías primarias, los estudios previos a las convocatorias o licitaciones públicas contienen temas ambiguos como el ancho de calzada, bermas y sobre anchos son definidos durante construcción. Este estudio nos dará un índice de costos al incrementar velocidades para topografías onduladas – montañosas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Analizar el costo beneficio de la modelación del diseño geométrico de vías variando la velocidad para tramos homogéneos de bajas y altas especificaciones en la construcción de vías secundarias para el municipio de Chalan Sucre.

3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar la geometría del tramo Chalan – La Ceiba- La unión con especificaciones de velocidad y mejoramiento a 40Km/h - 60Km/h y 110 Km/h.
- Analizar los sub tramos incidentes en el aumento de costos
- Calcular el costo directo de construcción para todas las velocidades
- Demostrar que tramo resulta conveniente a construir en función de la velocidad
- Comparar los cambios significativos que traería la construcción de la vía a cada velocidad
- Conocer el beneficio económico del usuario al aumento de velocidad de un trazado en 13 km

4. MARCO TEÓRICO

Según el manual de Diseño geométrico INVIAS se entiende como Mejoramiento el cambio de las especificaciones y dimensiones de la vía existente que permitan una adecuación de la vía a los niveles de servicio requeridos por el tránsito actual y proyectado. Comprende, entre otras y sin limitarse a ellas, las actividades de:

- Ampliación de calzada.
- Construcción de nuevos carriles.
- Rectificación (alineamiento horizontal y vertical).
- Construcción de estructura del pavimento.
- Diseño y construcción de obras de estabilización.
- Señalización vertical y demarcación lineal.

Es importante anotar que aun cuando el departamento de Sucre cuenta con una red de carreteras y carreteables que conectan las localidades entre sí, el mal estado que presentan no permite la integración física entre los municipios, por lo que uno de los objetivos principales de este diseño será conectar los municipios para conformar una red vial eficiente.

El presente informe tiene como propósito orientar eficientemente las inversiones en la Red Vial a cargo del Departamento para responder a criterios de priorización de las vías regionales contenidas en el plan de intervenciones y el programa de inversiones.

En el presente documento se presentan de manera particular las especificaciones que enmarcan el diseño geométrico.

4.1. TRAMO VELOCIDAD DE DISEÑO 40 Km/h.

De acuerdo a Manual de Diseño geométrico del 2008 INVIAS para carreteras secundarias en terrenos ondulados el derecho de vía tiene un ancho total de 45 metros, distribuido simétricamente desde el eje de la vía hacia cada lado. Cumpliendo con la ley 1228 del 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.

Sección transversal típica: Dos (2) carriles bidireccionales de 3,30 metros de ancho y bermas de 0.5 m a ambos costados de la vía en zona rural. Se propone una zona de servicio de 0.30 m en ambos sentidos. La cuneta lateral tendrá una dimensión de 1.m de ancho.

Tabla 4 Ancho de calzada

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V _{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capítulo 5 Tabla 5.2 página 151

Tabla 5 Ancho de Bermas

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas ¹	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria ²	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 5 Tabla 5.4 página 153

Tabla 6 Radios Mínimos

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL	TOTAL $e_{máx}+f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8.0	0.23	0.31	40.6	41
50	8.0	0.19	0.27	72.9	73
60	8.0	0.17	0.25	113.4	113
70	8.0	0.15	0.23	167.8	168
80	8.0	0.14	0.22	229.1	229
90	8.0	0.13	0.21	303.7	304
100	8.0	0.12	0.20	393.7	394
110	8.0	0.11	0.19	501.5	501
120	8.0	0.09	0.17	667.0	667
130	8.0	0.08	0.16	931.7	832

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.2 página 104

4.1.1. Longitud Curvas de Transición

“La longitud mínima de la espiral se puede definir mediante el parámetro mínimo de la clotoide, el cual se establece con base en el estudio y análisis de tres criterios relacionados con la seguridad y comodidad del usuario de la vía”. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. La longitud mínima de la espiral según los tres criterios es de 36 m.

4.1.2. Longitud Mínima de la Curva Circular

Corresponde a la distancia recorrida a la Velocidad de Diseño durante dos segundos. Para una velocidad de Diseño de 40 Km/h la Longitud mínima del círculo corresponde a 22.22 m.

4.1.3. Puntos de quiebre horizontales

Se utilizaron puntos de quiebre horizontales en los casos en los cuales se presentan PI's con ángulos de deflexión menores o iguales a 1.5° salvo en casos donde el diseño horizontal este limitado por la no afectación de predios o la conservación de estructuras existentes.

4.1.4. Peralte

“La pendiente transversal de la vía, denominada peralte, se aplica para compensar con una componente del peso de los vehículos la fuerza centrífuga generada en las curvas de la vía”.

Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. El peralte máximo de vías primarias y secundarias corresponde al 8%, el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores.

4.1.5. Fricción Transversal Máxima

Se adoptan los valores del coeficiente de fricción transversal máxima indicados por la AASHTO 2004, los cuales se indican en el capítulo 3 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008.

Tabla 7 Coeficiente de fricción

COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA												
VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.1 página 103

4.1.6. Rampa de Peralte

“Se define la rampa de peralte como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de la misma”. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. En el capítulo 3 del manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008, se indican los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peralte. La rampa máxima de peralte para una velocidad de diseño de 40 Km/h es de 0.96 y la mínima de 0.30%.

Tabla 8 Pendiente Relativa

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1xα
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.69	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.6 página 110

4.1.7. Pendiente Longitudinal Máxima

“La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar” Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008.

En el capítulo 4 del manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008, se indican los valores máximos de la pendiente longitudinal máxima

Tabla 9 Pendiente Máxima

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO V _{tv} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	-	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 4 Tabla4.2 página 128

4.1.8. Longitud de curvas verticales

Las longitudes mínimas de las curvas verticales se determinan de acuerdo con el capítulo 4 del Manual de Diseño para Carreteras del INVIAS. De igual manera es importante controlar la distancia de visibilidad de parada mediante los valores del K_{min}.

Tabla 10. K mínimo

VELOCIDAD ESPECIFICA V _{cv} (Km/h)	DISTANCIA VISIBILIDAD DE PARADA	VALORES DE K (Min)				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1	2.1	3	20
30	35	1.9	2	5.1	6	20
40	50	3.8	4	8.5	9	24
50	65	6.4	7	12.2	13	30
60	85	11	11	17.3	18	36
70	105	16.8	17	22.6	23	42
80	130	25.7	26	29.4	30	48
90	160	38.9	39	37.6	38	54
100	185	52	52	44.6	45	60
110	220	73.6	74	54.4	55	66
120	250	95	95	62.8	63	72
130	285	123.4	124	72.7	73	78

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 4 Tabla4.4 página 142

4.1.9. Sección transversal

La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y constituida por dos o más carriles”, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS el cual da esta definición en su glosario. Se diseña una calzada de dos carriles de 3.3 m con bermas externas de 0.5 m en ambos sentidos

4.1.10. Geometría de taludes

Las inclinación de los taludes de terraplén son de 1,5H: 1V y de corte de 0.5H: 1V. Estos se toman para todo el tramo homogéneo.

4.1.11. Cunetas.

“Son zanjas abiertas en el terreno, revestidas o no, que recogen y canalizan longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración”, Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS. Se definió para el corredor la construcción de una cuneta de 1.0 m de ancho en zonas de corte.

4.2. TRAMO VELOCIDAD DE DISEÑO 60 Km/h.

De acuerdo a Manual de Diseño geométrico del 2008 INVIAS para carreteras secundarias en terrenos ondulados el derecho de vía tiene un ancho total de 45 metros, distribuido simétricamente desde el eje de la vía hacia cada lado. Cumpliendo con la ley 1228 del 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.

Sección transversal típica: Dos (2) carriles bidireccionales de 3,5 metros de ancho y bermas de 10 m a ambos costados de la vía en zona rural. Se propone una zona de servicio de 0.30 m en ambos sentidos. La cuneta lateral tendrá una dimensión de 1.m de ancho.

Tabla 11 Ancho de calzada

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V _{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capítulo 5 Tabla 5.2 página 151

Tabla 12 Ancho de Bermas

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas ¹	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria ²	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 5 Tabla 5.4 página 153

Tabla 13 Radios Mínimos

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL	TOTAL $e_{m\acute{a}x} + f_{Tm\acute{a}x}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8.0	0.23	0.31	40.6	41
50	8.0	0.19	0.27	72.9	73
60	8.0	0.17	0.25	113.4	113
70	8.0	0.15	0.23	167.8	168
80	8.0	0.14	0.22	229.1	229
90	8.0	0.13	0.21	303.7	304
100	8.0	0.12	0.20	393.7	394
110	8.0	0.11	0.19	501.5	501
120	8.0	0.09	0.17	667.0	667
130	8.0	0.08	0.16	931.7	832

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.2 página 104

4.2.1. Longitud Curvas de Transición

“La longitud mínima de la espiral se puede definir mediante el parámetro mínimo de la clotoide, el cual se establece con base en el estudio y análisis de tres criterios relacionados con la

seguridad y comodidad del usuario de la vía”. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. La longitud mínima de la espiral según los tres criterios es de 39 m.

4.2.2. Longitud Mínima de la Curva Circular

Corresponde a la distancia recorrida a la Velocidad de Diseño durante dos segundos. Para una velocidad de Diseño de 60 Km/h la Longitud mínima del círculo corresponde a 33 m.

4.2.3. Puntos de quiebre horizontales

Se utilizaron puntos de quiebre horizontales en los casos en los cuales se presentan PI's con ángulos de deflexión menores o iguales a 1.5° salvo en casos donde el diseño horizontal este limitado por la no afectación de predios o la conservación de estructuras existentes.

4.2.4. Peralte

“La pendiente transversal de la vía, denominada peralte, se aplica para compensar con una componente del peso de los vehículos la fuerza centrífuga generada en las curvas de la vía”.

Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. El peralte máximo de vías primarias y secundarias corresponde al 8%, el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores.

4.2.5. Fricción Transversal Máxima

Se adoptan los valores del coeficiente de fricción transversal máxima indicados por la AASHTO 2004, los cuales se indican en el capítulo 3 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008.

Tabla 14 Coeficiente de fricción

COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA												
VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.1 página 103

4.2.6. Rampa de Peralte

“Se define la rampa de peralte como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de la misma”. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. En el capítulo 3 del manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008, se indican los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peralte. La rampa máxima de peralte para una velocidad de diseño de 60 Km/h es de 0.69 y la mínima de 0.35%.

Tabla 15 Pendiente Relativa

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1xα
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.69	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.6 página 110

4.2.7. Pendiente Longitudinal Máxima

“La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar” Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008.

En el capítulo 4 del manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008, se indican los valores máximos de la pendiente longitudinal máxima

Tabla 16 Pendiente Máxima

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO V_{ty} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	-	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 4 Tabla4.2 página 128

4.2.8. Longitud de curvas verticales

Las longitudes mínimas de las curvas verticales se determinan de acuerdo con el capítulo 4 del Manual de Diseño para Carreteras del INVIAS. De igual manera es importante controlar la distancia de visibilidad de parada mediante los valores del K_{min} .

Tabla 17. K mínimo

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{cv} (Km/h)	DISTANCIA VISIBILIDAD DE PARADA	VALORES DE K (Min)				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1	2.1	3	20
30	35	1.9	2	5.1	6	20
40	50	3.8	4	8.5	9	24
50	65	6.4	7	12.2	13	30
60	85	11	11	17.3	18	36
70	105	16.8	17	22.6	23	42
80	130	25.7	26	29.4	30	48
90	160	38.9	39	37.6	38	54
100	185	52	52	44.6	45	60
110	220	73.6	74	54.4	55	66
120	250	95	95	62.8	63	72
130	285	123.4	124	72.7	73	78

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capítulo 4 Tabla 4.4 página 142

4.2.9. Sección transversal

La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y constituida por dos o más carriles”, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS el cual da esta definición en su glosario. Se diseña una calzada de dos carriles de 3.5 m con bermas externas de 1.0 m en ambos sentidos

4.2.10. Geometría de taludes

Las inclinación de los taludes de terraplén son de 1,5H: 1V y de corte de 0.5H: 1V. Estos se toman para todo el tramo homogéneo.

4.2.11. Cunetas.

“Son zanjas abiertas en el terreno, revestidas o no, que recogen y canalizan longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración”, Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS. Se definió para el corredor la construcción de una cuneta de 1.0 m de ancho en zonas de corte.

4.3. TRAMO VELOCIDAD DE DISEÑO 110 Km/h.

De acuerdo a Manual de Diseño geométrico del 2008 INVIAS para carreteras primarias en terrenos ondulados el derecho de vía tiene un ancho total de 45 metros, distribuido simétricamente desde el eje de la vía hacia cada lado. Cumpliendo con la ley 1228 del 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.

Sección transversal típica: Dos (2) carriles bidireccionales de 3,65 metros de ancho y bermas de 2.5 m al costado derecho y una berma de 1.0 m interno. Se propone una zona de servicio de 0.30 m en ambos sentidos. La cuneta lateral tendrá una dimensión de 1.m de ancho.

Tabla 18 Ancho de calzada

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V _{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 5 Tabla 5.2 página 151

Tabla 19 Ancho de Bermas

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V _{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas ¹	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria ²	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 5 Tabla 5.4 página 153

Tabla 20 Radios Mínimos

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL	TOTAL $e_{m\acute{a}x}+f_{Tm\acute{a}x}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8.0	0.23	0.31	40.6	41
50	8.0	0.19	0.27	72.9	73
60	8.0	0.17	0.25	113.4	113
70	8.0	0.15	0.23	167.8	168
80	8.0	0.14	0.22	229.1	229
90	8.0	0.13	0.21	303.7	304
100	8.0	0.12	0.20	393.7	394
110	8.0	0.11	0.19	501.5	501
120	8.0	0.09	0.17	667.0	667
130	8.0	0.08	0.16	931.7	832

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.2 página 104

4.3.1. Longitud Curvas de Transición

“La longitud mínima de la espiral se puede definir mediante el parámetro mínimo de la clotoide, el cual se establece con base en el estudio y análisis de tres criterios relacionados con la seguridad y comodidad del usuario de la vía”. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. La longitud mínima de la espiral según los tres criterios es de 66 m.

4.3.2. Longitud Mínima de la Curva Circular

Corresponde a la distancia recorrida a la Velocidad de Diseño durante dos segundos. Para una velocidad de Diseño de 110 Km/h la Longitud mínima del círculo corresponde a 61 m.

4.3.3. Puntos de quiebre horizontales

Se utilizaron puntos de quiebre horizontales en los casos en los cuales se presentan PI's con ángulos de deflexión menores o iguales a 1.5° salvo en casos donde el diseño horizontal este limitado por la no afectación de predios o la conservación de estructuras existentes.

4.3.4. Peralte

“La pendiente transversal de la vía, denominada peralte, se aplica para compensar con una componente del peso de los vehículos la fuerza centrífuga generada en las curvas de la vía”.

Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. El peralte máximo de vías primarias y secundarias corresponde al 8%, el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores.

4.3.5. Fricción Transversal Máxima

Se adoptan los valores del coeficiente de fricción transversal máxima indicados por la AASHTO 2004, los cuales se indican en el capítulo 3 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008.

Tabla 21 Coeficiente de fricción

COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA												
VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.1 página 103

4.3.6. Rampa de Peralte

“Se define la rampa de peralte como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de la misma”. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. En el capítulo 3 del manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008, se indican los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peralte. La rampa máxima de peralte para una velocidad de diseño de 110 Km/h es de 0.41 y la mínima de 0.36%.

Tabla 22 Pendiente Relativa

VELOCIDAD ESPECÍFICA (Km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1x_a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.69	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 3 Tabla 3.6 página 110

4.3.7. Pendiente Longitudinal Máxima

“La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar” Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008.

En el capítulo 4 del manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS de 2008, se indican los valores máximos de la pendiente longitudinal máxima

Tabla 23 Pendiente Máxima

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO V_{tv} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	-	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 4 Tabla4.2 página 128

4.3.8. Longitud de curvas verticales

Las longitudes mínimas de las curvas verticales se determinan de acuerdo con el capítulo 4 del Manual de Diseño para Carreteras del INVIAS. De igual manera es importante controlar la distancia de visibilidad de parada mediante los valores del K_{min} .

Tabla 24. K mínimo

VELOCIDAD ESPECIFICA <i>V_{cv}</i> (Km/h)	DISTANCIA VISIBILIDAD DE PARADA	VALORES DE K (Min)				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1	2.1	3	20
30	35	1.9	2	5.1	6	20
40	50	3.8	4	8.5	9	24
50	65	6.4	7	12.2	13	30
60	85	11	11	17.3	18	36
70	105	16.8	17	22.6	23	42
80	130	25.7	26	29.4	30	48
90	160	38.9	39	37.6	38	54
100	185	52	52	44.6	45	60
110	220	73.6	74	54.4	55	66
120	250	95	95	62.8	63	72
130	285	123.4	124	72.7	73	78

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de vías INVIAS 2008 Capitulo 4 Tabla4.4 página 142

4.3.9. Sección transversal

La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y constituida por dos o más carriles”, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS el cual da esta definición en su glosario. Se diseña una calzada de dos carriles de 3.65 m con bermas externas de 2.5 m externa y 1.0 interna

4.3.10. Geometría de taludes

Las inclinación de los taludes de terraplén son de 1,5H: 1V y de corte de 0.5H: 1V. Estos se toman para todo el tramo homogéneo.

4.3.11. Cunetas.

“Son zanjas abiertas en el terreno, revestidas o no, que recogen y canalizan longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración”, Tomado de Manual de Diseño Geométrico INVIAS. Se definió para el corredor la construcción de una cuneta de 1.0 m de ancho en zonas de corte.

5. METODOLOGIA

5.1.DESCRIPCION

El presente documento de investigación se desarrolla con las siguientes etapas:

- Organizar la información brindada por la secretaria de planeación del municipio de Chalan a través del ingeniero Cristian Camilo Mercado Quiroz (secretario de planeación Municipio de Chalan), como insumo principal se toma la topografía hecha por el municipio.
- Se analizó el trazado actual del corredor y se pretende utilizar el carretable existente en una visita técnica para definir las mejores opciones de trazado, por ende los corredores de 60 y 40 Km/ h se ajustaran en lo posible a la geometría inicial.
- Mediante un software de ingeniera de carreteras se procesa la topografía para obtener un modelo digital que se ajuste a la información tomada en campo. La información LIDAR, fotografías aéreas y terrestres determinaron puntos importantes en donde el diseño puede incidir en la inclusión de obras de arte especiales que harían inviable su construcción.
- Se determinan las líneas de ceros para cada corredor verificando el empalme con las vías de empalme inicial y final, con la línea de ceros se procede a diseñar el corredor en altimetría verificando las pendientes máximas y mínimas, así como el sobre paso por cuerpos de agua, obligando a la construcción de obras transversales hidráulicas.
- Con los tramos homogéneos VTR definidos y manteniendo el equilibrio entre el mejor nivel de servicio para cada trazado, se generan los chaflanes y límites del diseño para

calcular las cantidades de obra y analizar la incidencia de la velocidad en cada tramo de diseño.

- Se mostraran las restricciones geométricas que presenta la topografía por cambios en la clasificación del tipo de terreno ondulado a montañoso debido a las pendientes obtenidas.
- Calculando las cantidades de obra se procede a evaluar el costo de cada diseño mediante análisis de precios unitarios estimados para el sector.

5.2. Diseño Geométrico 40 Km/h

A continuación se mostraran los sitios críticos que se encontraron en el diseño de 40 km/h. El diseño geométrico inicia en el K0+000 en donde se pretende empalmar a la zona urbana manteniendo la cota existente, garantizando la fácil integración del proyecto a futuras intervenciones viales dentro del municipio.



Figura 6 Empalme de inicio en vía terciaria

Fuente: Propia

Durante el diseño de la vía se encontraron sitios especiales donde la velocidad podría reducirse a 30 Km/ h afectando el VTR óptimo del proyecto ver Figura 7 K0+350 Curvas

sucesivas de difícil aumento a velocidad. La topografía montañosa encontrada aumenta el movimiento de tierras incrementando las pendientes de 3% al 7%.



Figura 7 K0+350 Curvas sucesivas de difícil aumento a velocidad vía rancho rojo
Fuente: Propia



Figura 8 K0+350 vía rancho rojo
Fuente: Propia

Por tratarse de una carretera con especificaciones bajas, se priorizaron los cortes en taludes para curvas con radios mayores a 41 m. Sobre los terraplenes que llegan hasta los 3 metros de alturas.

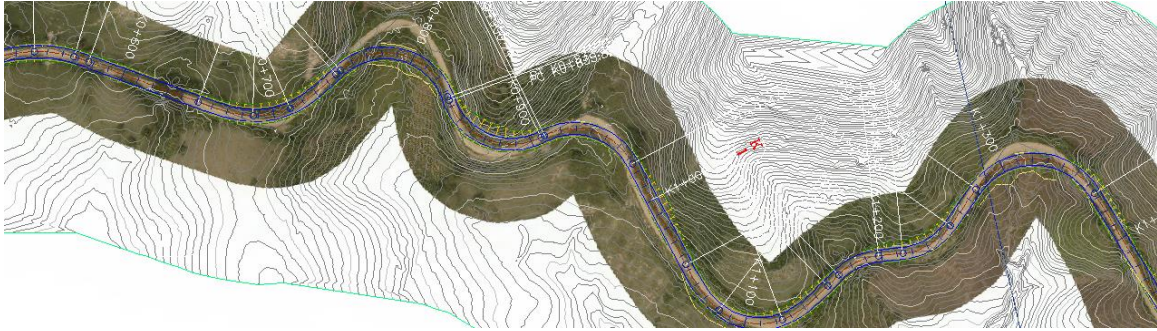


Figura 9 K0+900 Conservación del trazado inicial en zona montañosa

Fuente: Propia



Figura 10 K0+900 Zona montañosa

Fuente: Propia

Durante visitas a campo se estimó la construcción de un puente cuyas especificaciones debían ser acordes a la velocidad de cada tramo, en el K2+000 se presentan cuerpos de agua donde la calzada existente ha sufrido deslizamientos y problemas de estabilidad durante el invierno. Para todos los trazados se ha propuesto el puente sobre la quebrada El Simpático. En la Figura 12 Deslizamientos debido al invierno se evidencian los problemas geotécnicos de la zona.



Figura 11 K2+000 Puente el Simpático 30m
Fuente: Propia



Figura 12 Deslizamientos debido al invierno
Fuente: Propia

El trazado tiene limitantes de afectación predial, pero para el estudio en particular se estimó la misma área para todos los corredores. Se diseñó con los radios mínimos permitidos por el Manual de Diseño geométrico de vías (INVIAS 2008).



Figura 13 K3+600 Paso por zonas urbanas

Fuente: Propia

Como se puede observar en la

Tabla 29. Características geométricas **existentes** el terreno montañoso en el K6+500 obliga al trazado a desarrollar un ascenso con pendientes máximas de 9.7% generando movimientos de tierra considerables para una velocidad de 40 Km/h. ver Figura 14 K6+500 Zona de alta montaña

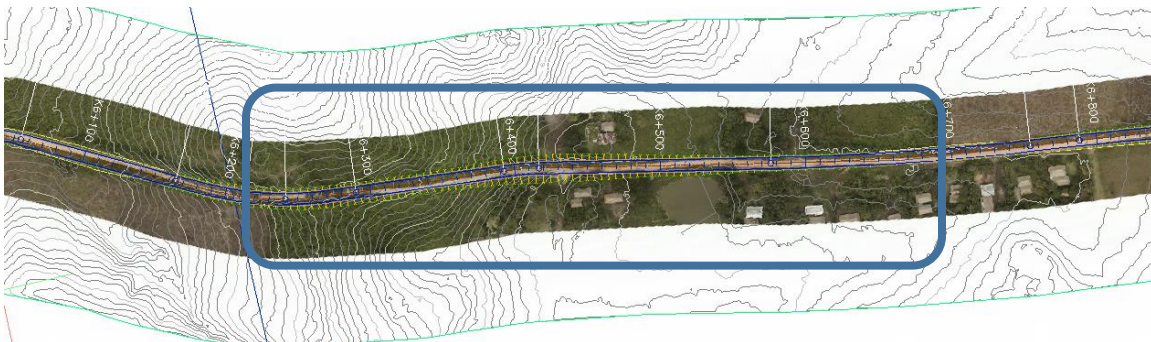


Figura 14 K6+500 Zona de alta montaña

Fuente: Propia

Como se puede observar en Figura 15 sub región Montes de María de chalan Las rocas presentes en el relieve del departamento de Sucre son netamente sedimentarias, depositadas en un ambiente de transición marino-continental, plegadas y falladas durante procesos geológicos del terciario en la denominada orogenia andina y luego cubiertas por extensas y potentes depósitos cuaternarios de origen fluvial, fluvio-marino y lacustre.

Las sabanas están compuestas por depósitos cuaternarios de areniscas. Las estructuras geológicas, como fallas y plegamientos, son el resultado de movimientos Compresivos, distensivos, y laterales, causados por fuerzas de origen tectónico dentro de los cuales se destacan los choques de placas. Un choque de placas se presenta en la zona del departamento de Sucre en el área de convergencia de la placa oriental, al oriente de la falla romeral y la placa oceánica al occidente de la misma falla Este choque ha generado deformaciones (sinclinales y anticlinales) y rupturas o desplazamiento de los bloques (fallamientos satélites), siempre con tendencia paralela a la dirección de la gran falla romeral que existe desde el período cretáceo, hace millones de años.

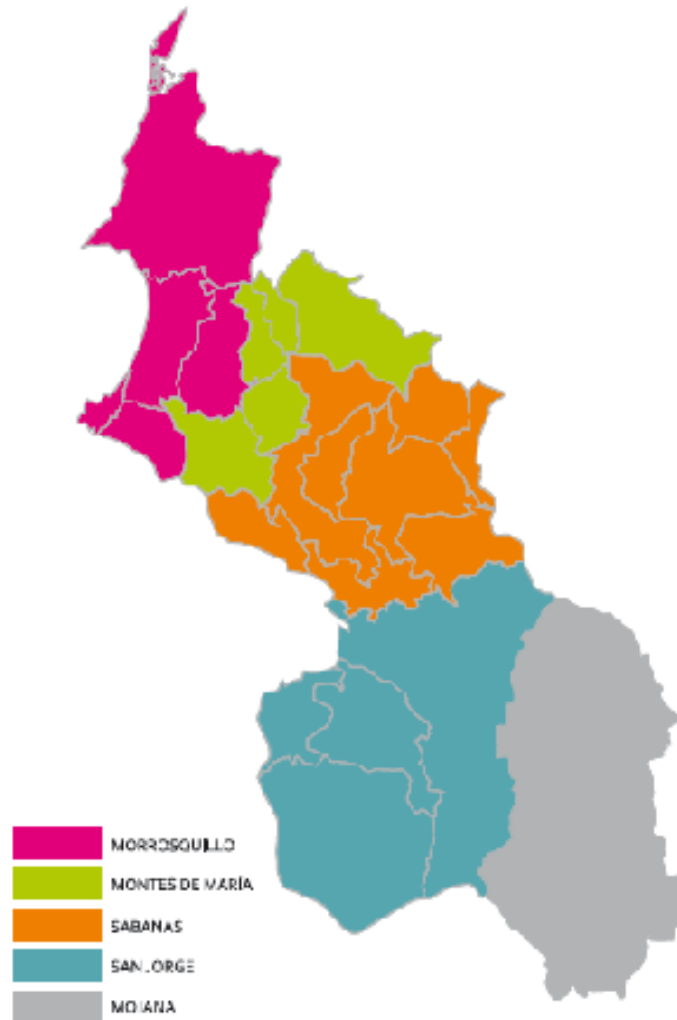


Figura 15 sub región Montes de María de chalan

Fuente: Plan departamental Zonas de Riesgos Sucre 2013

Esta subregión corresponde a la zona de vida bosque seco tropical (bs-T). La acción de los vientos alisios durante la estación seca influye en la regulación de la temperatura, humedad relativa y precipitación. Su paisaje característico es de montaña. La temperatura promedio anual es de 27,5°C; la precipitación varía entre los 1.000 y 1.300 mm al año; la humedad relativa es del 77%; el fenómeno de niebla es de común concurrencia en los bosques de ladera durante las primeras horas de la mañana y al atardecer. El régimen de lluvia es bimodal, al corto período de lluvias del primer semestre, le sigue un breve período seco en los meses de junio y julio,

conocido en la región con el nombre de “Veranillo de San Juan”. En el segundo semestre del año se presenta la mayor cantidad de precipitación pluvial. El departamento de Sucre se encuentra ubicado en la zona de sismicidad media. (Plan Departamental de Desarrollo 2008-2011). La subregión sabana ha experimentado sismos, pero ninguno de alto impacto social. Desde 1993 hasta agosto de 2012 se reporta que en los municipios de Sincé y Buenavista, ocurrieron sismos de igual magnitud; 3.5ML; siendo la mayor intensidad registrada en este periodo de tiempo.¹⁷

Para la remoción en masa Remoción en Masa. La remoción en masa es un proceso que depende fundamentalmente de la gravedad y su acción se desencadena exclusivamente en zonas de pendientes elevadas cuando los materiales de las laderas se desplazan pendiente abajo. Existen diferentes tipos de movimiento de remoción en masa que varían en su geometría, velocidad, contenido de agua, etc. Dentro de los más conocidos se encuentran los deslizamientos de tierra, las avalanchas y las caídas de rocas. Los primeros son fenómenos locales que se generan comúnmente debido a que la masa de roca en la ladera pierde adherencia debido al sobrepeso que adquiere debido a la acumulación de agua de infiltración de lluvia y su efecto lubricante. El desplazamiento de materiales rocosos pendiente abajo también puede ser iniciado por terremotos de baja intensidad. Las avalanchas, corresponden a flujos de tierra y roca con algo mayor de contenido de agua que lo transforma en un flujo que puede recorrer varios kilómetros, debido a esto los cortes de los taludes se diseñan con relaciones de: 0.5:1 en zonas de cortes y 1.5: 1 terraplén. Y máximo cortes de 15 m y 5 m en terraplén.

Tabla 25. Amenazas identificadas región Montes de María Chalan

AMENAZA	FRECUENCIA	INTENSIDAD	TERRITORIO AFECTADO	CALIFICACIÓN
Vendavales	Alta	Baja	Baja	Media
Ceráunicas	Alta	Baja	Baja	Media
Sequías y desertificación	Alta	Media	Media	Alta
Inundaciones	Alta	Media	Baja	Media
Avenidas torrenciales	Alta	Baja	Media	Media
Erosión	Media	Media	Media	Media
Sismos	Baja	Alta	Media	Media
Remoción de masa	Media	Baja	Baja	Media
Incendios forestales	Alta	Baja	Baja	Media
Vandalismo	Alta	Media	Baja	Alta
Sabotaje	Alta	Media	Baja	Alta
Contaminación	Alta	Media	Baja	Alta
Violencia	Alta	Media	Baja	Alta
Aglomeración de Público	Alta	Media	Media	Alta
Derrames	Media	Baja	Baja	Media
Fugas	Media	Baja	Baja	Media
Explosiones	Media	Baja	Baja	Media
Incendios Estructurales	Alta	Media	Media	Alta

Fuente: Plan departamental de Desastres Sucre 2013 pág. 51

Para el diseño de pavimentos de deja una estructura de:

Tabla 26. Estructura de pavimentos 40 Km/h

ITEM	ESPESOR (m)
Carpeta Asfáltica	0.1
Base Granular	0.2
Sub base Granular	0.3

Fuente: Propia

5.3.Diseño Geométrico 60 Km/h

El diseño a velocidad de 60 Km/h se caracteriza por el mejoramiento de los radios propuestos en velocidades menores. Los empalmes de inicio son los mismos para todos los corredores.

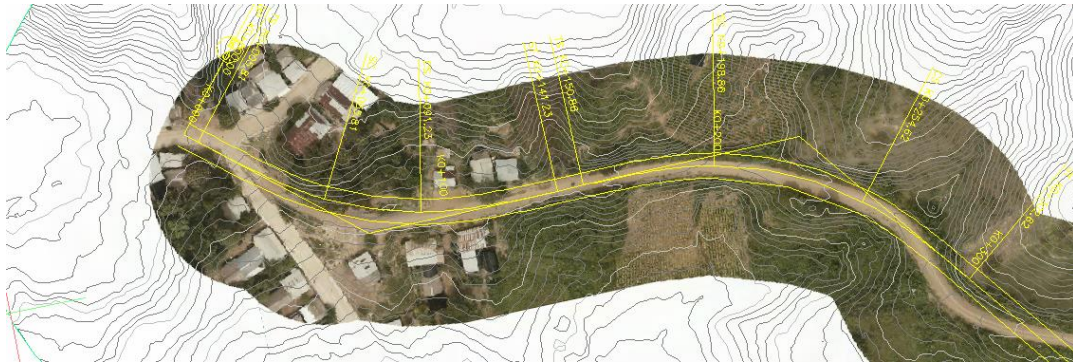


Figura 16 Empalme velocidad 60Km/h

Fuente: Elaboración propia

Durante el diseño de la vía se mejoró el trazado del K0+350 sin afectar la velocidad inicial de 60 Km/h. La topografía montañosa encontrada aumenta el movimiento de tierras incrementando las pendientes de 5.30%.

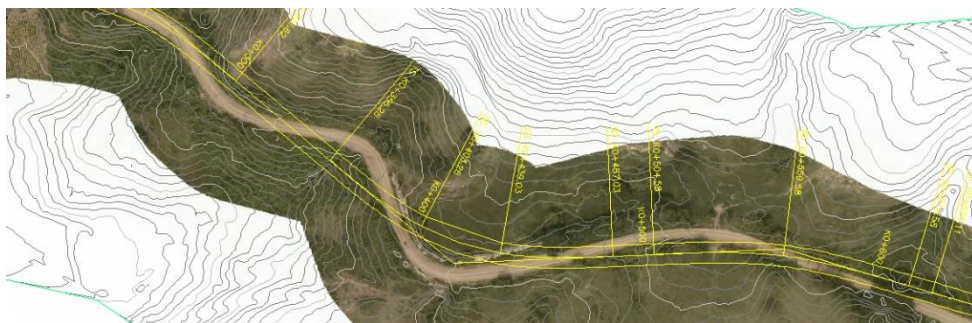


Figura 17 Sitio crítico K0+350 mejorado

Fuente: Elaboración propia

En el K1+300 se incrementan los cortes para compensar los terraplenes formados al aumento de velocidades perdiendo el trazado existente. Ver Figura 18 Sitio critico K1+300. Se debe proponer el diseño de una alcantarilla que recoja los drenajes laterales.

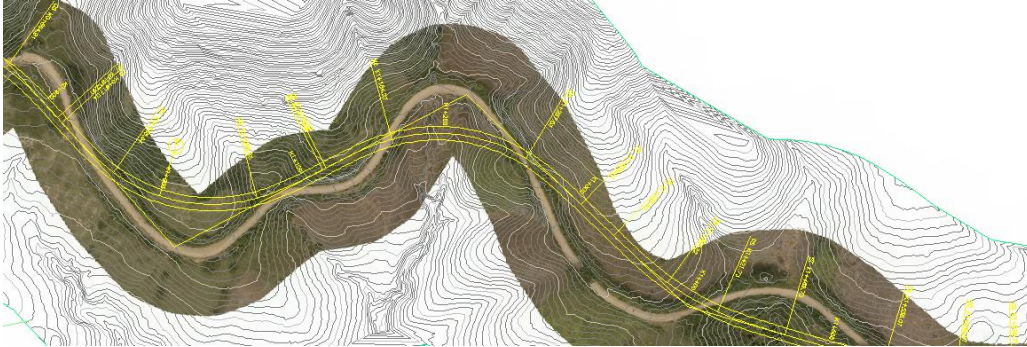


Figura 18 Sitio critico K1+300 unificación de curva a la derecha

Fuente: Elaboración propia

Sobre la quebrada el simpático se propone la construcción de un puente de 80m esto para mejorar la seguridad y la armonía del trazado a 60 Km/h se lleva la curva horizontal clotoide al radio mínimo de diseño de 113 m y espirales de 46m

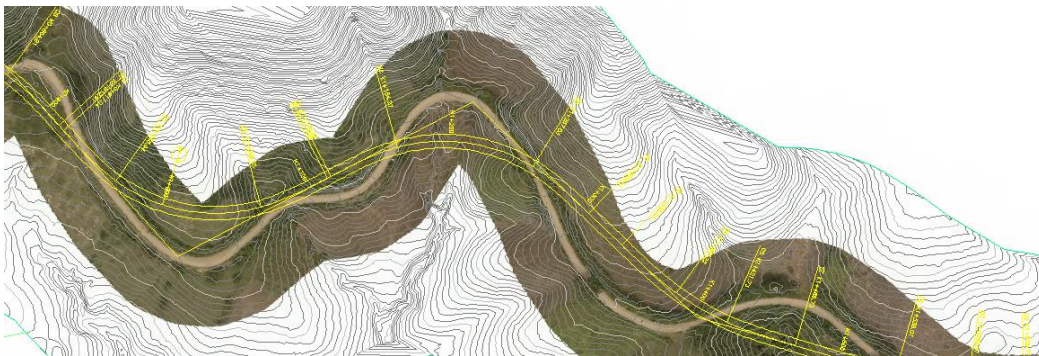


Figura 19 Sitio critico K2+000 Puente quebrada el simpático

Fuente: Elaboración propia

El trazado tiene limitantes de afectación predial, pero para el estudio en particular se estimó la misma área para todos los corredores. Se diseñó con los radios mínimos permitidos por el

Manual de Diseño geométrico de vías. Ver Figura 20 Afectación en zona rural. Se proponen para estudios de fase 3 verificar la viabilidad de la reducción de velocidad y de especificaciones al paso poblado, o contemplando en próximos proyectos la construcción de una variante por el costado derecho del trazado

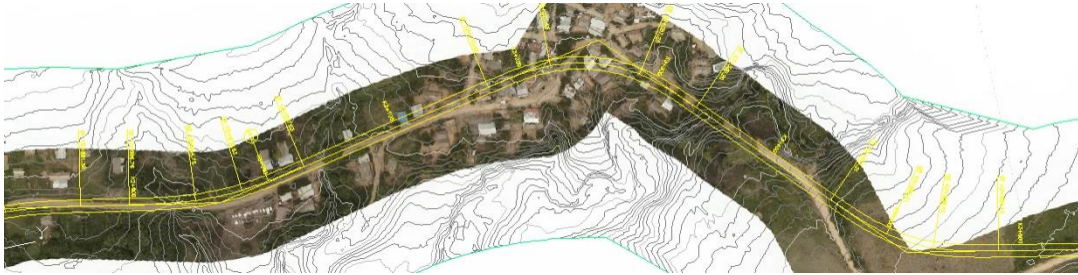


Figura 20 Afectación en zona rural.

Fuente: Elaboración propia

En la zona de alta montaña ver Figura 21 Zonas de alta montaña. La geometría horizontal se conserva pero se mejoran las pendientes generando cortes entre 10 y 15 metros, este material puede usarse previo estudios geotécnicos para conformar los terraplenes de los tramos contiguos

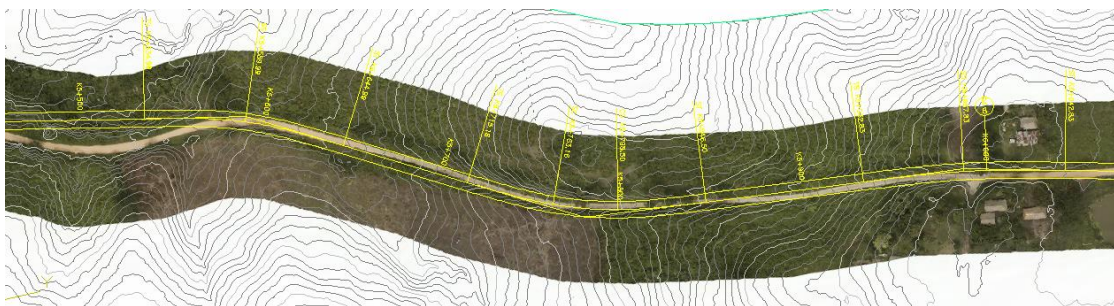


Figura 21 Zonas de alta montaña.

Fuente: Elaboración propia

Le trazado coincide en zonas planas con velocidades de 40 Km/h y 60 Km/H ver Figura 22 Zonas planas de coincidencia **en trazados K8+000**. Variación que se puede notar solo en el cambio de rasantes.



Figura 22 Zonas planas de coincidencia en trazados K8+000.

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de pavimentos se diseña una estructura según Tabla 27. Estructura de pavimentos 60 Km/h

Tabla 27. Estructura de pavimentos 60 Km/h

ITEM	ESPESOR (m)
Carpeta Asfáltica	0.1
Base Granular	0.2
Sub base Granular	0.3

Fuente: Propia

5.4.Diseño Geométrico 110 Km/h

En el trazado diseñado se presentan grandes movimientos de tierras en donde la altura promedio es de 15 m en zonas de rellenos y 25 en corte. No se conserva el trazado existente, por tal motivo se pierde el carretable existente.

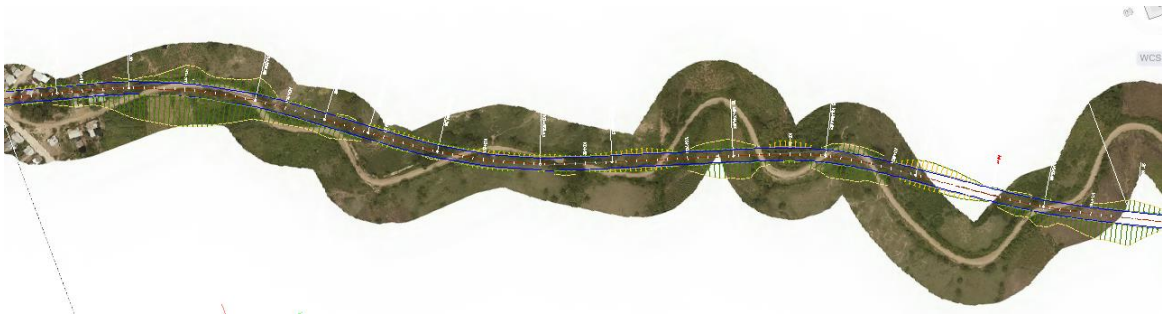


Figura 23 Trazado nuevo de 110Km/h

Fuente: Elaboración propia

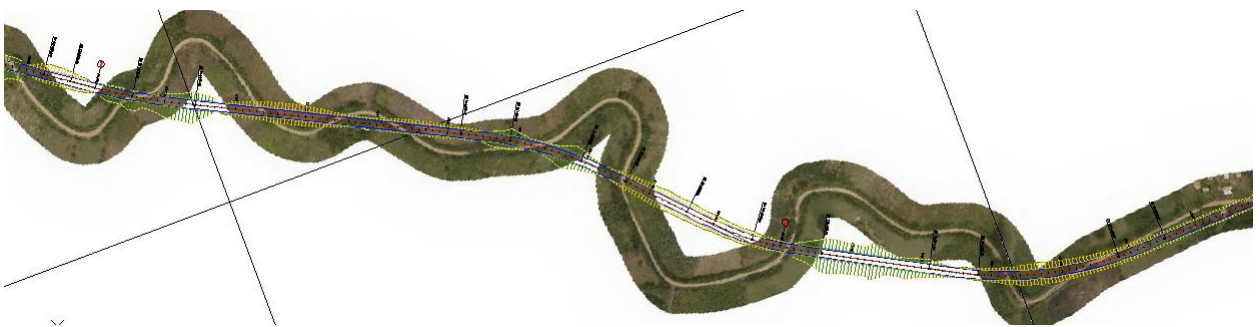


Figura 24 Trazado nuevo de 110Km/h eliminación de corredor existente

Fuente: Elaboración propia

El diseño propone la construcción de 7 puentes distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 28. Puentes proyectados para velocidades de 110 Km/h

	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONG (m)
1	K0+100	K0+250	150
2	K0+700	K0+750	50
3	K0+840	K0+900	60
4	K0+100	K0+150	50
5	K2+050	K2+240	190
6	K9+500	K9+550	50
7	K10+900	K11+020	120

Fuente: Propia

La topografía del K4+500 corredor permite diseñar un corredor uniforme donde las pendientes llegan al 5% encontrando cortes de hasta 15 metros. Este volumen puede ser utilizado previamente analizado para los terraplenes del K3+900. Los volúmenes acumulados de los cortes están entre 150.000 m³ que pueden compensarse como zonas de préstamo.

El trazado desde el K6+000 se iguala al trazado existente con variaciones entre 15° en la línea de ceros. Para el tramo urbano en donde la afectación predial es mayor se propone una variante por el costado derecho en sentido del abscisado.



Figura 25 Variante a la zona poblada vereda Don Gabriel

Fuente: Elaboración propia

5.5. Costos directos de cada trazado diseñado

A partir del diseño geométrico realizado para cada una de las opciones definidas con variación de la velocidad de diseño, se obtuvieron las cantidades de obra de explanaciones y estructura del pavimento para cada uno de los trazados obtenidos.

Se elaboraron los análisis de precios unitarios con base en los ítems de obra definidos para la construcción. Se calcularon los costos de producción de agregados pétreos, con base en tarifas comerciales para equipos de trituración primaria y secundaria para obtener los precios de Triturados, arena, sub base y base granular, a partir del procesamiento de crudo de río.

Se obtuvo el costo de producción de la Mezcla asfáltica MDC-2, con base en costos de equipos y rendimientos teóricos definidos por la capacidad del equipo, para tal fin se usó el costo de producción de agregados pétreos relacionado anteriormente, así mismo se usaron precios actuales y comerciales de asfalto, aditivos y mano de obra para el cálculo.

Para la definición de los ítems de construcción se supuso una distancia de acarreo de materiales, tales como sub base, base y mezcla asfáltica, desde la planta de producción, a la obra de 10 km, con el fin de incluir este costo en el presupuesto de obra, de igual forma se definieron distancias para el acarreo de material para terraplén y excavaciones

6. ANALISIS DE RESULTADOS

De cada trazado se obtuvo el diseño en planta y perfil donde se verificó la consistencia del diseño, este tramo transcurre sobre algunas colinas con pendientes medias y altas, las cuales se ven interrumpidas por los valles que muestran un relieve ondulado. Los tramos se dividieron en 3 zonas homogéneas para un mejor análisis. La Tabla 29. Características geométricas existentes y división de zonas homogéneas muestra la división de las tres zonas homogéneas de la siguiente manera:

- Zona Homogénea 1 K0+000 -K2+150 (Azul): Esta zona se analizó teniendo en cuenta la clasificación por topografía según el manual de diseño geométrico INVIAS (2008), muestra una topografía ondulada con pendientes transversales de 10° .
- Zona Homogénea 2 K2+150- K6+550 (Rojo): Se analiza la zona 3 teniendo en cuenta que la pendiente transversal es igual o mayor a 20° respecto al eje, en donde el trazado debe ajustarse en su mayor medida al terreno existente.
- Zona Homogénea 3 K6+550 – K12+900 (Verde): Se analizó que sus pendientes transversales eran menores a 10° respecto al eje. Indicando que hay más libertad para el diseño horizontal.

Obteniendo así las características reales del tramo en estudio:

Tabla 29. Características geométricas existentes y división de zonas homogéneas

Tramo	Abscisa		Características Topográficas				Características geométricas	
	Inicio	Final	Angulo de Sección transversal (°)	Tipo de terreno Sección transversal	Pendiente Longitudinal (%)	Tipo de terreno pendiente longitudinal	Promedio radios actuales (m)	Ancho de calzada Existente
CHALAN-LA CEIBA SALITRAL	K0+00	K2+150	10	OONDULADO	4,5	ONDULADO	60	4,4
	K2+150	K6+550	20	MONTANOSO	4	ONDULADO	80	4,4
	K6+550	K7+750	2,5	PLANO	4	ONDULADO	800	4,4
	K7+750	K9+100	7	ONDULADO	4	ONDULADO	500	4,4
	K9+100	K11+700	3	PLANO	5	ONDULADO	375	4,4
	K11+700	K12+900	8	ONDULADO	9	ESCARPADO	140	4,4

Fuente: Elaboración propia

A continuación de especificaran los elementos diseñados.

6.1. Elementos geométricos diseñados para 40Km/h:

- Curvas horizontales circulares: 27
- Curvas horizontales espiral – círculo – espiral: 43
- Curvas horizontales espiral – espiral: 4
- Curvas verticales cóncavas y convexas: 84
- Peraltes: 74

6.2.Elementos geométricos diseñados para 60 Km/h:

- Curvas horizontales circulares: 0
- Curvas horizontales espiral – círculo – espiral: 32
- Curvas horizontales espiral- espiral: 18
- Curvas verticales cóncavas y convexas: 53
- Peraltes: 50

6.3.Elementos geométricos diseñados para 110 Km/h:

- Curvas horizontales circulares: 0
- Curvas horizontales espiral- círculo- espiral: 13
- Curvas horizontales espiral – espiral: 16
- Curvas verticales cóncavas y convexas: 19
- Peraltes:29

El anexo 1, muestra los elementos geométricos de cada tramo

6.4.Variaciones de trazados

Durante el diseño de los diferentes trazados se observa una diferencia significativa en los radios empleados donde las zonas homogéneas juegan un papel importante al demostrar que la variación de 20Km/h en los primeros 500 m las cantidades de obra no varían mas de 15%. Esto se debe al aprovechar el trazado existente como zona de empalme y guía de diseño. La Figura 26 Variación de trazados K0+000 – K0+500 muestra la comparación de trazados mostrando el tramo de 40 Km/h en color azul, 60Km/h en amarillo y 110 Km/H en color rojo.

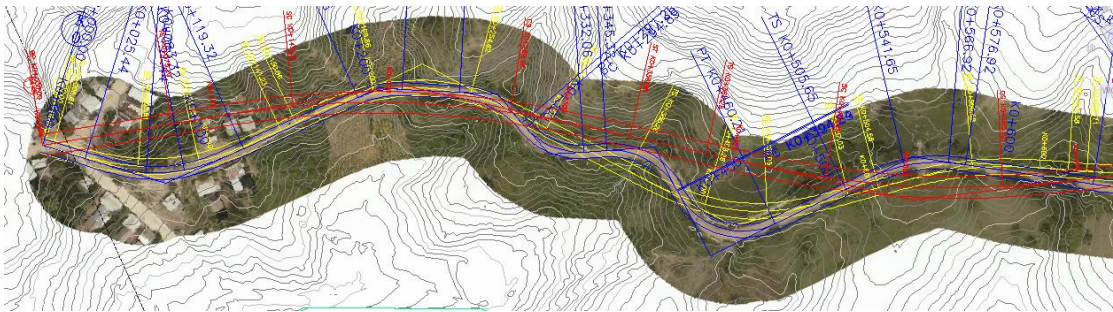


Figura 26 Variación de trazados K0+000 – K0+500

Fuente: Elaboración propia

El diseño de los tres trazados hasta el K2+150 muestra una variación importante teniendo en cuenta que las velocidades más bajas (40 y 60 Km/h) emplean radios mínimos de 43 m y 113 respectivamente. En este sector se deberá analizar si la velocidad VTR puede cambiar al bajar 20Km/h. Esto se muestra en la Figura 27 Variación de trazados K0+500 – K2+150

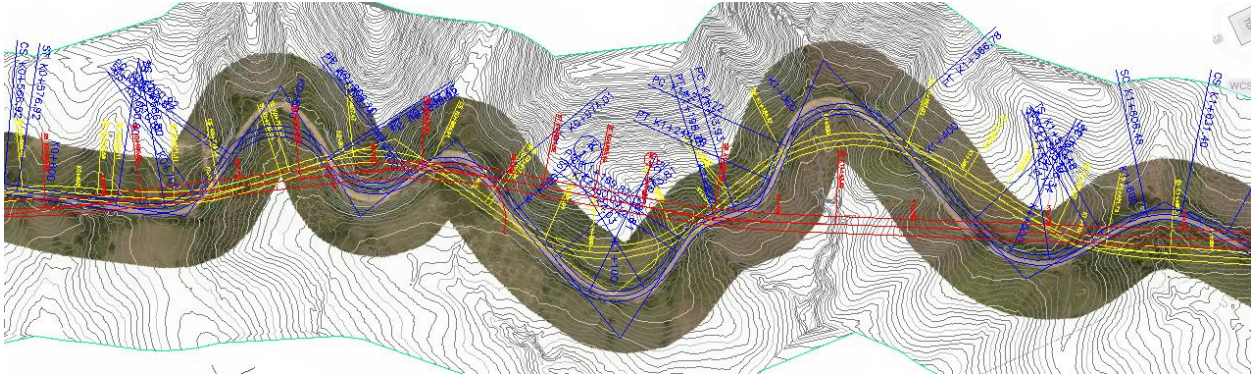


Figura 27 Variación de trazados K0+500 – K2+150

Fuente: Elaboración propia

Para el tramo homogéneo montañoso K2+150 – K6+550 la variación de la velocidad incide directamente en el costo directo del proyecto donde se presenta la mayoría de cortes y terraplenes al optimizar velocidades. Al mejorar las condiciones geométricas del tramo el incremento entre velocidades de 60 y 110 Km/h es de aproximadamente el 40%. Esto se muestra al perder totalmente la vía existente y la proyección de obras adicionales que incrementan las condiciones iniciales del trazado ver Figura 28 Incidencia en aumento de velocidades 60 Km/h – 110Km/h

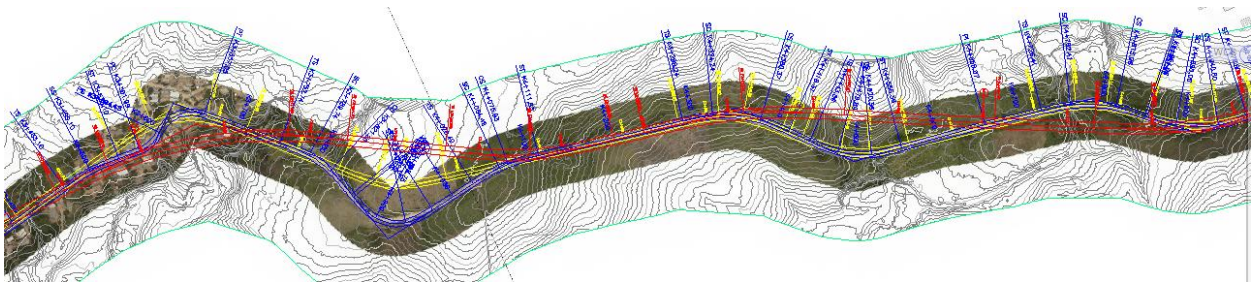


Figura 28 Incidencia en aumento de velocidades 60 Km/h – 110Km/h

Fuente: Elaboración propia

Desde el K3+700 hasta el K5+100 vemos una constante entre las velocidades de 40 y 60 Km/h donde se mantiene el trazado existente esto nos permite analizar si la velocidad de diseño VTR debe ajustarse a la mayor velocidad aumentando costos de pavimento pero con variación del 20 % en movimiento de tierras.

El K6+500 da paso a una igualdad de trazados para todas las velocidades, permitiendo alcanzar mejores velocidades hasta el centro poblado del K9+100 donde se proyecta una variante para velocidad de 110 Km/h y una reducción de velocidades para los demás trazados, estos pueden tener reducción de calzada para el manejo de tránsito y seguridad vial. En la figura Figura 29 Soluciones optadas para centro poblado en La Ceiba observamos en color rojo el trazado de 110 Km/h. solución de variante 1 Km de longitud. En amarillo y azul los trazados de 40 y 60 Km/h respectivamente.

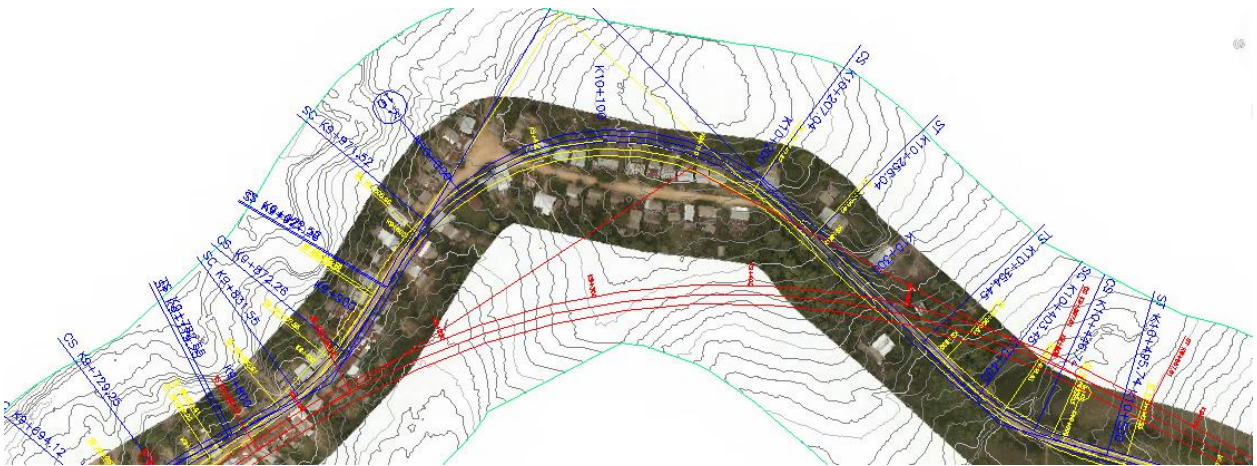


Figura 29 Soluciones optadas para centro poblado en La Ceiba

Fuente: Elaboración propia

6.5. Análisis de Costos

El trazado de cada velocidad nos arroja resultados esperados en la cuantificación de materiales y de costos directos. Con base en los elementos relacionados anteriormente se obtuvo el costo directo total para cada uno de los trazados definidos en la fase de diseño, los análisis de precios unitarios más representativos se muestran a continuación:

ITEM 4
 ACTIVIDAD DE TRABAJO
 : Base Granular
 MATERIA
 TIPO L

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT	CANTIDAD	REND	VALOR UNIT
Material Bruto en planta	m3	\$ 40,960.00	1.05		\$ 43,008.00
SUB-TOTAL					\$ 43,008.00

EQUIPO

DESCRIPCION	MARCA	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	REND	VALOR UNIT.
Cargador CASE 821E		Hr	\$ 110,000.00	0.03	35.00	\$ 3,142.70
Volqueta Doble troque Daewo novus		hora	\$ 120,000.00	0.01	100.00	\$ 1,200.00
Planta electrica PERKINS 644 KVA		hora	\$ 123,000.00	0.03	35.00	\$ 3,514.11
Trituradora Telsmith 44S		hora	\$ 93,000.00	0.03	35.00	\$ 2,657.01
Trituradora Spomag 30 x 42		hora	\$ 85,000.00	0.03	35.00	\$ 2,428.45
SUB-TOTAL						\$ 12,942.27

UNIDAD : m3 s

PRECIO AJUSTADO AL PESO \$ 55,950.27

Con la obtención de los anteriores resultados se obtiene el costo de cada tramo:

Tabla 30. Alternativa 1 Costos directos vía 40Km/h

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIPCION DE CONCEPTO</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANT.</i>	<i>COSTO UNITARIO</i>	<i>COSTO TOTAL</i>
	CHALAN - LA CEIBA				
1	40Km/h				\$ 11,763,282,887.08
A	Excavación de explanación, canales y prestamos (No incluye transporte)	m3c	148,188.00	\$ 4,304.38	\$ 637,857,463.44
B	Terraplén con Material Seleccionado incluye transporte y excavación	m3c	14,358.00	\$ 62,868.72	\$ 902,669,081.76
C	Transporte de materiales provenientes de la excavación de explanación, canales y préstamos para distancias mayores de 1000m	m3-km S	963,222.00	\$ 699.60	\$ 673,870,111.20
D	Subase Granular	m3c	34,496.00	\$ 107,565.49	\$ 3,710,579,143.04
E	Base Granular	m3c	21,007.00	\$ 108,773.34	\$ 2,285,001,553.38
F	Riego de Imprimación con Emulsión Asfáltica.	m2	97,098.74	\$ 1,215.88	\$ 118,060,415.99
G	Riego de liga	m2	97,098.74	\$ 1,025.88	\$ 99,611,655.39
H	Mezcla densa en caliente tipo MDC-2 (No incluye transporte)	m3c	9,708.00	\$ 343,596.36	\$ 3,335,633,462.88

Tabla 31. Alternativa 2 Costos directos vía 60Km/h

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIPCION DE CONCEPTO</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANT.</i>	<i>COSTO UNITARIO</i>	<i>COSTO TOTAL</i>
3	CHALAN - LA CEIBA 60Km/h				\$ 21,710,377,646.82
A	Excavación de explanación, canales y prestamos (No incluye transporte)	m3c	236,837.00	\$ 4,304.38	\$ 1,019,436,446.06
B	Terraplén con Material Seleccionado incluye transporte y excavación	m3c	141,048.00	\$ 62,868.72	\$ 8,867,507,218.56
C	Transporte de materiales provenientes de la excavación de explanación, canales préstamos para distancias mayores de 1000m	m3-km S	1,539,440.00	\$ 699.60	\$ 1,076,992,224.00
D	Subase Granular	m3c	38,296.00	\$ 107,565.49	\$ 4,119,328,005.04
E	Base Granular	m3c	23,653.00	\$ 108,773.34	\$ 2,572,815,811.02
F	Riego de Imprimación con Emulsión Asfáltica.	m2	110,752.74	\$ 1,215.88	\$ 134,662,041.51
G	Riego de liga	m2	110,752.74	\$ 1,025.88	\$ 113,619,020.91
H	Mezcla densa en caliente tipo MDC-2 (No incluye transporte)	m3c	11,077.00	\$ 343,596.36	\$ 3,806,016,879.72

ITE M	DESCRIPCION DE CONCEPTO	UNIDA D	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	CHALAN - LA CEIBA				
3	110Km/h				\$ 41,481,396,529.87
A	Excavación de explanacion, canales y prestamos (No incluye transporte)	m3c	762,848.00	\$4,304.38	\$3,283,587,674.24
B	Terraplén con Material Seleccionado incluye transporte y excavacion	m3c	330,501.00	\$62,868.72	\$20,778,174,828.72
C	Transporte de materiales provenientes de la excavacion de explanacion, canales y prestamos para distancias mayores de 1000m	m3-km S	4,958,512.0 0	\$699.60	\$3,468,974,995.20
D	Subase Granular	m3c	48,816.00	\$107,565.49	\$5,250,916,959.84
E	Base Granular	m3c	30,728.00	\$108,773.34	\$3,342,387,191.52
F	Riego de Imprimacion con Emulsión Asfáltica.	m2	146,373.81	\$1,215.88	\$177,972,991.75
G	Riego de liga	m2	146,373.81	\$1,025.88	\$150,161,967.28
H	Mezcla densa en caliente tipo MDC-2	m3c	14,637.00	\$343,596.36	\$5,029,219,921.32

7. CONCLUSIONES

Las carreteras secundarias en el departamento de Sucre muestran el estado deficiente, solo el 20% de estas cuentan con pavimentos. El plan departamental del municipio de Chalan avala el desarrollo integral de la región con la construcción de nuevos proyectos como el mostrado en el documento.

El tiempo de recorrido actual del tramo está entre 1 h y 1 ¼ h en verano, este puede aumentar hasta 2 horas en invierno debido al potencial deslizamiento ocasionado por el sector montes de María. Si el proyecto se construye el tiempo empleado será de 20 min, estimando una reducción del 85%.

A través de la observación y comparación de los trazados se evidencia que desde el K6+550 al K9+100 la velocidad de diseño puede aumentarse de 40 a 60 Km/h sin que el costo directo influya drásticamente, trayendo beneficios importantes al usuario en seguridad vial, demostrando que no siempre la velocidad más baja es la más recomendada para vías secundarias.

Del análisis se concluye que la relación de costo para el proyecto a 40 Km/h respecto a 60Km/h es de 55%, este valor se reduce considerablemente si se estructura el proyecto con variación de la velocidad VTR iniciando en 40Km/h hasta el K6+150 donde los trazados convergen a un mismo alineamiento y aumentando en 20Km/h la velocidad VTR, generando beneficios como seguridad vial al usuario y disminución de tiempo en trayectos.

Para proyectos de velocidades bajas se deberá evaluar si encasillar un trazado con cierta velocidad de diseño sea lo más beneficioso para el país, que depende en gran manera de las vías secundarias. La implementación de tratados de libre comercio deja en desventaja al usuario de estos corredores.

La ventaja que se obtuvo al utilizar un trazado con diferentes tipos de topografía y variación de pendientes se refleja en la operación del usuario al disminuir el tiempo con menor costo y mayor productividad.

Al construirse este proyecto se generara un tránsito desarrollado, esto quiere decir el comercio generado por la atracción de un mayor volumen de vehículos, traerá mayores oportunidades para el comercio de productos agrícolas participando así activamente de la economía del sector conocido como Montes de María.

La estructuración de estudios en proyectos viales para carreteras secundarias se encuentra abandonado por el gobierno al no gestionar la viabilidad de recursos acompañado de estudios que demuestren el costo beneficio a la región.

8. RECOMENDACIONES

Se deberá hacer un estudio de diseño en Fase 3 para la construcción y verificación de todas las cantidades presentadas.

Se debe realizar un estudio de tránsito y transporte para determinar el volumen real de tránsito que transitara por la carretera diseñada. Esto puede ser complementado con un estudio de pavimentos para determinar el espesor de la capa de pavimento y la optimización de costos.

Se recomienda hacer perforaciones y ensayos de suelos para determinar la geometría de taludes más conveniente y sectorizar geotécnicamente los tramos.

Se deberán encontrar canteras de materiales para conformar los terraplenes propuestos y sitios de disposición de material.

La contratación de obras debe estar acompañada de diseños de evaluación de alternativas en este caso la velocidad de diseño para vías secundarias.

BIBLIOGRAFIA

PORTAFOLIO, R., & Revista, P. (24 de 02 de 2014). Economía: Portafolio.co. Obtenido de Economía: Portafolio.co: <http://www.portafolio.co/economia/perspectiva-crecimiento-la-economia-colombiana-2014>

GACETA DEPARTAMENTAL DE SUCRE. (2013) Plan departamental de desarrollo de sucre. Ordenanza 066.

MINISTERIO DE TRANSPORTE(2011-2013). Transporte en cifras. Documento estadístico del sector transporte. Tabla 39

FEDESARROLLO (2013) Infraestructura de transporte en Colombia. Nueva serie Cuadernos 46, pág. 16

ZAMORA FANDIÑO Nélica, BARRERA REYES Oscar. Diagnóstico de la Infraestructura Vial Actual en Colombia. Facultad de Posgrados. Universidad EAN. Bogotá. D.C., octubre de 2012. 21-22 p. [Citado 10 octubre 2013]. Disponible en: <http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/3405/1/ZamoraNelida2012.pdf>> ANEXO A

Yepes T. (2008). "Investment Needs for Infrastructure in Developing Countries 2008-2015". Banco Mundial. Mimeo.

Ley 105 de 1993: Congreso de Colombia. Publicada en Diario Oficial 30 de Diciembre 1993. Colombia

GOBERNACIÓN DE SUCRE. (2010). Gaceta departamental, Plan Vial departamental 2010-2019. Sincelejo Sucre. Colombia

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Misión y Visión. Publicado el 20 de noviembre de 2012 [Citado el 10 de noviembre de 2014]. Disponible en: <http://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/9-mision-y-vision>>

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS 2008. Especificaciones Técnicas. Manual de Diseño Geométrico de vías. Capítulos 1-5

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION 2004. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington, D.C. AASHTO.

DANE. 2012. Proyecciones de población 2015. Extraído de la página web del DANE:
<http://www.dane.gov.co/>.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/conciliacenso/7_Proyecciones_poblacion.pdf

IGAC 2013. Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, 1969, Oficina de Estudios Geográficos – Monografía del departamento de Sucre.

GOBERNACIÓN DE SUCRE. (2013). Gaceta departamental de gestión del riesgo . NGRD. Financiado Union Europea. Sincelejo Sucre. Colombia

PMD. 2012 – 2015. Plan municipal de desarrollo Chalan. Alcaldía municipal. Capítulo 1 Pag. 3-10.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN MUNICIPAL CHALAN. (2012). Estudios previos de necesidad, oportunidad y conveniencia para una contratación pública. Chalan Sucre