

Universidad de Los Andes
Facultad de Ingeniería
Departamento de Vías

Proyecto Vial

Memoria

María Alejandra Moreno
Lorena Castillo
Adriana Puentes
José Antonio Sánchez

Mérida Noviembre del 2016

ANTECEDENTES

Para analizar la factibilidad de un proyecto, se evalúan varios trazados en los que se estudian factores como: la longitud, la pendiente, el número de curvas horizontales y el radio de las mismas, así como también los volúmenes de corte y de relleno.

Contando con tres opciones de trazados podemos inferir que, un proyecto con una vía de 654 m de longitud y pendiente longitudinal de 0.15 % con tres (03) curvas circulares simples de radios de curvatura entre 30 y 50 m y una diferencia entre los volúmenes de corte y relleno de alrededor de 6% resulta económicamente rentable ya que los volúmenes están balanceados, y el sobre acarreo es muy poco, pero desde el punto de vista de seguridad no es fiable ya que los radios de curvatura están por debajo del mínimo requerido de 70 m para una curva circular simple, establecido en la Norma Venezolana.

Otra alternativa para la vía de 614 m de longitud y pendiente de 0.38 % con dos (02) curvas circulares de radio de curvatura 180 m y una diferencia entre los volúmenes de corte y relleno superior al 60 %, resulta segura por la amplitud de las curvas pero es muy costosa ya que el volumen de corte es 2.5 veces mayor al volumen de relleno y el volumen de acarreo del material de bote es muy elevado.

Finalmente la tercera alternativa establece para una vía de longitud de 732 m y pendiente de 0.21 % con tres (03) curvas circulares de radio de curvatura promedio de 75 m y una diferencia entre los volúmenes de corte y relleno de aproximadamente 10 % resulta ser la más conveniente ya que desde el punto de vista de seguridad no implica riesgo en la transición entre los tramos rectos-curvos y en el aspecto económico resulta la más rentable, ya que los volúmenes de corte y relleno están más balanceados.

MEMORIA

El proyecto contempla el estudio o evaluación de una vía de aproximadamente 730 m de longitud y una pendiente de 0.21 % con tres (03) curvas circulares simples horizontales de radios promedios de 75 m, la cual es una vía rural con un canal de circulación (por cada sentido) de 3.60 m de ancho y bombeo de 2 %, con hombrillo de 1.20 m de ancho con una pendiente transversal de 3 %.

El proyecto está previsto a ubicarse en el sector el Aroa a 5.57 Km de la ciudad del Vigía en el Municipio Alberto Adriani del estado Mérida, después de la Blanca hacia el sector el Chivo. La locación es conocida como "Oro Verde" ya que es una zona netamente platanera y ganadera.

Por tratarse de un sector rural se le clasifica a la carretera oficialmente como ramal que son vías que dan accesos directos a parcelas adyacentes que distribuyen o recogen el tráfico de pequeñas áreas, el tránsito es conducido desde o hacia vías más importantes, el volumen de paso es generalmente poco.

Por no contarse con estudios preliminares de determinación del tráfico (intensidad, velocidad media de los vehículos y densidad) se estima el nivel de servicio para la carretera de dos (02) canales como "Tipo A" que corresponde al nivel en que los conductores pueden manejar en las velocidades deseadas, se requieren pocos adelantamientos para mantener estas velocidades, y casi nunca se ven grupos de tres (03) o más vehículos. Se estimó la velocidad de proyecto en 50 km por hora.

Por otra parte no existen estudios previos que aporten información relativa al tipo de suelo, capacidad de soporte, nivel freático; estudios geológicos que indiquen ángulos de buzamiento, posibles fallas del terreno y estudios hidráulicos que refieran el índice de pluviosidad, intensidad, frecuencia de las lluvias, así como cauces o afluentes de ríos; por lo que se siguieron los lineamientos previamente establecidos de talud de corte 2.5:1 y talud de relleno 1.5:1.

Bajo esta premisa se hicieron los cálculos de volúmenes de corte y relleno sin ningún tipo de factor de seguridad, es decir se estimaron condiciones ideales, sin posibilidad de deslizamientos o derrumbes y asumiendo que todo el material excavado sirve de relleno.

Se elaboraron 40 secciones transversales con el propósito de determinar las áreas de corte y relleno (Método de Gauss) y los volúmenes de corte y relleno, dicho estudio arrojó un volumen de corte de 5804.74 m³ y de relleno de 6407.55 m³. Con una diferencia de relleno de 602.86 m³ que debe ser acarreado de zonas adyacentes previo desmalezamiento y remoción de la capa vegetal. Se asume que los sitios de préstamo se encuentran a menos de 200 m de distancia, que corresponde a una distancia de acarreo libre, sin un sobre acarreo de transporte adicional.

Se deben realizar estudios preliminares de clasificación y determinación del peso unitario suelto y compacto tanto del material excavado como de los posibles préstamos, para poder estimar los volúmenes de acarreo de material a colocar y los equipos de excavación y transporte necesarios para y trasladar dicho material.

En términos generales el proyecto es factible ya que los volúmenes de corte y relleno están relativamente balanceados requiriéndose alrededor de un 10 % de material de relleno adicional. No se puede precisar con exactitud la fiabilidad debido a que se desconocen muchos parámetros, pero aparentemente es viable, con los recursos (económicos, equipos y personal calificado) necesarios se puede ejecutar.

El proyecto de la carretera es rentable porque comunicará con la vía principal a fincas ganaderas y plataneras de la zona que requieran trasladar su producción a los centros de acopio de la ciudad del Vigía. Económicamente se logra mejorar el ingreso de los diferentes miembros de la comunidad disminuyendo los tiempos de traslado, aumentando la capacidad de producción que por tratarse de productos pereceros, no se pueden almacenar por tiempos prolongados, igualmente aumenta la vida útil de los vehículos de transporte.

Desde el punto de vista ambiental las zonas que se desforesten como zona de préstamo, se pueden reforestar para disminuir el impacto ambiental y preservar la fauna evitando que se altere el ecosistema de una forma drástica.

Este proyecto nos ha permitido enlazar lo aprendido en los cursos de Topografía I y II tales como, ubicar coordenadas norte y este, determinar azimut y rumbos, dibujar curvas de nivel, elaborar el perfil longitudinal y las secciones transversales, así como también las curvas circulares simples con sus elementos principales, todo con el objetivo de determinar las áreas y volúmenes de corte y de relleno, lo cual nos da una visión general del trazado de una carretera.

Aun cuando las características correspondientes al diseño geométrico y la dirección de la carretera fueron previamente establecidas y la oportunidad de evaluar otras opciones fue restringida a solo tres grupos incluido el nuestro, el trabajo ejecutado nos brindó la oportunidad desarrollar los conocimientos adquiridos y de trabajar en equipo.

PLIEGO DE CONDICIONES

La Norma Venezolana Normativa para el estudio diseño y ejecución de Obras Viales prevé una serie de requerimientos que se deben considerar tales como: identificación de los suelos y rocas incluyendo las propiedades geotécnicas más importantes, datos sobre hidrología, hidrografía y vegetación de la región en estudio, topografía y características físicas de la vía teniendo en consideración la geometría del trazado, que incluye los alineamientos horizontales y verticales, la visibilidad y la velocidad de diseño que es función del tipo y volumen vehicular, nuestro proyecto por requerimientos propios solo contempla los parámetros relativos a la geometría del trazado y al diseño geométrico de la carretera.

Al momento de realizar los cortes se debe tener en consideración los espesores correspondientes a la capa vegetal (20 cm mínimo) que deben ser removidos ya que al estar compuesto por tierra vegetal, raíces y desperdicios no es apropiada para utilizarla en los terraplenes, del mismo modo antes de construir un terraplén se debe remover la capa superior del terreno original para evitar futuros asentamientos y reemplazarla por material apropiado.

CÁLCULOS

Interpolación para obtener las curvas de nivel.

Triangulación, donde el método utilizado para la interpolación fue el Método Analítico.

$$D = \frac{(Distancia\ entre\ puntos) * (Cota\ buscada - Cota\ Menor)}{Cota\ Mayor - Cota\ Menor}$$

Equidistancia = 1 m

Ejemplo:

$$D(cota80) = \frac{(2.3cm)(80m - 79.210m)}{80.920m - 79.210m} \quad D(cota80) = 1.1cm$$

Perfil del Proyecto

COTA INICIO DE LA VÍA = 76.5 m

COTA FINAL DE LA VÍA = 78 m

$$Pendiente = \frac{\Delta}{DH} * 100$$

Donde $\Delta = 78 \text{ m} - 76.5 \text{ m} = 1.5 \text{ m}$

DH = LONGITUD TOTAL DE LA VÍA = 730 m

$$Pendiente = \frac{1.5\text{m}}{730\text{m}} * 100$$

$$Pendiente = 0.21 \%$$

Desnivel del Bombeo de la Vía y del Hombrillo.

Pendiente del bombeo de la vía = 2 %.

Pendiente del bombeo del Hombrillo = 3%.

$$\Delta = \frac{Pendiente * DH}{100}$$

$$\Delta = \frac{(3\%)*1.20 \text{ m}}{100} \quad \Delta = 0.036 \text{ m}$$

Elementos para el replanteo de las curvas horizontales CCS

Coordenadas vértices

Lado		Rumbo	Distancia (m)	Pto.	Coordenadas	
Est	PV				Norte	Este
				A	959065	212029
V1	A	S 36°5'54" E	237.622	V1	959257	211889
V2	V1	N 35°9'59" E	215.295	V2	959433	212013
V2	V3	N 41°49'13" O	178.466	V3	959566	211894
V3	V4	N 28°38'29" E	148.125	V4	959696	211965

Tabla 1: Características de los alineamientos.

- Elementos principales de la curva

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

$$T = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

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

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

$$\theta = \frac{l}{L} * \Delta$$

$$Cl = 2 * R * \text{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$Cc = 2 * R * \text{sen}\left(\frac{\Delta}{4}\right)$$

$$\phi = \frac{\theta}{2}$$

$$X = R * \text{sen}(\theta)$$

$$Y = R(1 - \cos(\theta))$$

Coordenadas de los elementos de la curva

Ejemplo: (para la curva 1)

$$Az V1 - TC = \text{arcotang}\left(\frac{\Delta N}{\Delta E}\right) = \text{arcotang}(192/140) = 143^\circ 54' 6''$$

$$NTC = NV1 \pm \cos(Az V1 - TC) * T \quad NCT = 959216.458m$$

$$ETC = EV1 \pm \text{Sen}(AZ V1 - TC) * T \quad ETC = 211918.562m$$

Progresiva TC = Progresiva anterior + Distancia medida sobre el eje a escala

$$\text{Progresiva TC} = 160 + 2 = 0 + 162$$

$$\text{Progresiva CC} = \text{Progresiva TC} + \frac{L}{2}$$

$$\text{Progresiva CC} = 162 + 43.533 = 0 + 205.33$$

$$\text{Progresiva CT} = \text{Progresiva TC} + L$$

$$\text{Progresiva CT} = 162 + 87.066 = 0 + 249.066$$

Cálculo de Áreas (Método de Gauss)

Progresiva	Punto	Cota (m)		Distancia (m)
0 060 (Ar1)	1	76,517		-4,8
	2	76,525		-4,4
	3	75,985		-4,4
	4	75,98		-4,8
	5	75,885		-5,6
	6	76,517		-4,8

Tabla 2: Ejemplo para el cálculo de áreas.

$$\begin{aligned} \text{Area} = \frac{1}{2} & \left((76,517 * -4,4) - (-4,8 * 76,525) + (76,525 * -4,4) - (-4,4 * 75,985) \right. \\ & + (75,985 * -4,8) - (-4,4 * 75,98) + (75,98 * -5,6) \\ & \left. - (-4,8 * 75,885) + (75,885 * -4,8) - (-5,6 * 76,517) \right) = 0,430 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Cálculo de Volúmenes.

Para corte/corte o relleno/relleno:

$$Vc = \frac{Ac1+Ac2}{2} * d \quad Vr = \frac{Ar1+Ar2}{2} * d$$

Ejemplo: (para las progresivas 0 + 100,00 y progresiva 0 + 120,00).

$$Vr = \frac{(6.212m^2)+(6.562m^2)}{2} * 20m \quad Vr = 128,646 m^3$$

Para corte/relleno o viceversa:

$$Vc = \frac{Ac^2}{Ac+Ar} * d/2 \quad Vr = \frac{Ar^2}{Ac+Ar} * d/2$$

Ejemplo: (para progresivas 0 + 020 y progresiva 0 + 040).

$$Vr = \frac{(1.255m^2)^2}{(1.255m^2)+(6.020m^2)} * 20m/2 \quad Vr = 2.167m^3$$

$$Vc = \frac{0.004m^2+3.585m^2}{2} * 20m + \frac{(6.020m^2)^2}{(6.020m^2)+(1.255m^2)} * 20m/2$$

$$Vc = 86.654 m^3$$

Lado		Rumbo	Distancia (m)	Pto	Coordenadas	
Est	PV				Norte	Este
				A	959065	212029
V1	A	S 36°5'54" E	237.622	V1	959257	211889
V2	V1	N 35°9'59" E	215.295	V2	959433	212013
V2	V3	N 41°49'13" O	178.466	V3	959566	211894
V3	V4	N 28°38'29" E	148.125	V4	959696	211965

Tabla 3: Características de los alineamientos.

Curva	Δ	L (m)	R (m)	T (m)	E (m)	M (m)	CL (m)	Cc (m)
1	71°15'53"	87.066	70.000	50.175	16.125	13.106	81.561	42.835
2	76°59'12"	107.494	80.000	63.620	22.213	17.386	99.588	52.742
3	70°27'41"	92.234	75.000	52.967	16.818	13.737	86.530	45.394

Tabla 4: Elementos de las curvas circulares simples.

Punto	Progresiva	Lpsc (m)	θ	ϕ	C (m)	X (m)	Y (m)	Az	Norte	Este
TC	0 + 162	0	0	0	0	0	0	0	959216.4583	211918.5617
1	0 + 170	8.000	6°32'53"	3°16'27"	7.996	7.983	0.457	327°10'33"	959223.1774	211914.2275
2	0 + 180	18.000	14°43'60"	7°21'60"	17.951	17.802	2.302	331°16'6"	959232.1988	211909.9327
3	0 + 190	28.000	22°55'6"	11°27'33"	27.814	27.259	5.526	335°21'39"	959241.7397	211906.9661
4	0 + 200	38.000	31°6'13"	15°33'6"	37.535	36.161	10.064	339°27'12"	959251.6058	211905.388
CC	0 + 205.533	43.533	35°37'56"	17°48'58"	42.835	40.781	13.106	341°43'4"	959257.1311	211905.1245
CC	0 + 205.533	43.533	35°37'56"	17°48'58"	42.835	40.781	13.106	197°21'1"	959257.1311	211905.1245
15	0 + 210	39.066	31°58'34"	15°59'17"	38.561	37.070	10.621	199°10'42"	959261.5961	211905.2307
16	0 + 220	29.066	23°47'27"	11°53'44"	28.858	28.238	5.948	203°16'15"	959271.5071	211906.4973
17	0 + 230	19.066	15°36'21"	7°48'10"	19.007	18.831	2.581	207°21'49"	959281.1367	211909.162
18	0 + 240	9.066	7°25'14"	3°42'37"	9.060	9.041	0.586	211°27'22"	959290.2888	211913.1706
CT	0 + 249.066	249.066	0	0	0	0	0	0	959298.017	211917.898

Tabla 5: Elementos de replanteo de la Curva Circular Simple 1.

Punto	Progresiva	Lpsc (m)	θ	ϕ	C (m)	X (m)	Y (m)	Az	Norte	Este
TC	0 + 385	0	0	0	0	0	0	0	959380.992	211976.358
1	0 + 390	5.000	03°34'52"	1°47'26"	4.999	4.997	0.156	33°22'33"	959385.167	211979.108
2	0 + 400	15.000	10°44'35"	5°22'17"	14.978	14.912	1.402	29°47'42"	959393.990	211983.801
3	0 + 410	25.000	17°54'18"	8°57'9"	24.898	24.595	3.875	26°12'50"	959403.330	211987.356
4	0 + 420	25.000	17°54'18"	8°57'9"	24.898	24.595	3.875	26°12'50"	959403.330	211987.356
5	0 + 430	35.000	25°40'1"	12°32'0"	34.722	33.894	7.535	22°37'59"	959413.040	211989.720
CC	0 + 438.75	53.747	38°29'36"	19°14'48"	52.742	49.794	17.386	15°55'11"	959431.711	211990.825
CC	0 + 438.75	53.747	38°29'36"	19°14'48"	52.742	49.794	17.386	157°25'35"	959431.711	211990.825
15	0 + 440	52.494	37°35'45"	18°47'52"	51.557	48.807	16.613	156°58'39"	959432.961	211990.742
16	0 + 450	42.494	30°26'2"	15°13'1"	41.996	40.523	11.023	153°23'48"	959442.862	211989.385
17	0 + 460	32.494	23°16'19"	11°38'9"	32.271	31.608	6.509	149°48'56"	959452.517	211986.804
18	0 + 470	22.494	16°6'36"	8°3'18"	22.420	22.198	3.142	146°14'5"	959461.774	211983.039
19	0 + 480	12.494	8°56'53"	4°28'26"	12.481	12.443	0.974	142°39'13"	959470.490	211978.150
20	0 + 490	2.494	1°47'9"	0°53'35"	2.494	2.493	0.039	139°4'22"	959478.528	211972.212
CT	0+492.49	492.49	0	0	0	0	0	0	959480.4119	211970.5786

Tabla 6: Elementos de replanteo de la Curva 2.

Punto	Progresiva	Lpsc (m)	θ	ϕ	C (m)	X (m)	Y (m)	Az	Norte	Este
TC	0 + 575	0	0	0	0	0	0	0	959526.527	211929.318
1	0 + 580	5.000	3°49'11"	1°54'35"	4.999	4.996	0.167	320°5'22"	959530.361	211926.111
2	0 + 590	15.000	11°27'33"	5°43'46"	14.975	14.900	1.495	323°54'33"	959538.628	211920.497
3	0 + 600	25.000	19°5'55"	9°32'57"	24.884	24.540	4.128	327°43'44"	959547.568	211916.032
4	0 + 610	25.000	19°5'55"	9°32'57"	24.884	24.540	4.128	327°43'44"	959547.568	211916.032
5	0 + 620	35.000	26°44'17"	13°22'8"	34.683	33.743	8.020	331°32'55"	959557.021	211912.795
CC	0 + 621.77	46.117	35°13'51"	17°36'55"	45.394	43.265	13.737	335°47'42"	959567.930	211910.707
CC	0 + 621.77	46.117	35°13'51"	17°36'55"	45.394	43.265	13.737	191°1'34"	959567.930	211910.707
15	0 + 630	37.234	28°26'40"	14°13'20"	36.853	35.723	9.054	194°25'9"	959576.794	211910.212
16	0 + 640	27.234	20°48'18"	10°24'9"	27.084	26.639	4.890	198°14'20"	959586.762	211910.912
17	0 + 650	17.234	13°9'56"	6°34'58"	17.196	17.082	1.971	202°3'31"	959596.549	211912.930
18	0 + 660	7.234	5°31'34"	2°45'47"	7.231	7.223	0.349	205°52'42"	959605.980	211916.232
CT	0+667.234	667.234	0	0	0	0	0	0	959612.486	211919.388

Tabla 7: Elementos de replanteo de la Curva 3.

BIBLIOGRAFÍA

Pedro José Andueza Saavedra. Diseño Geométrico de Carreteras 1era Edición. Tomo I y II.

Leonardo de Casanova. Normas para el Proyecto De Carreteras. Publicación ULA.

Jacob Carciente. Carreteras Estudio y Proyectos.

Normas de Proyectos de Carreteras, NORVIAL (1962).