

# ESTUDIO TOPOGRÁFICO

## 1. Objetivo

### 1.1. Objetivo general

- Representar gráficamente las características de la franja del terreno donde se emplazará el proyecto, haciendo un levantamiento topográfico con la estación total y procesando esta información en gabinete, de tal manera que en base a esta información se realice el diseño geométrico del camino y otros diseños necesarios.

## 2. Herramientas y equipos utilizados

### Equipos topográficos

- Estación total SOKKIA, del laboratorio de topografía de la U.A.J.M.S.
- GPS “GARMIN”, del laboratorio de topografía de la U.A.J.M.S.
- Y sus complementos como ser: prismas, trípode, cinta métrica, jalones.

### Herramientas y materiales utilizadas

Para el colocado de los BM se utilizó las siguientes herramientas: pala, cuchara de albañil, picota, valde, pincel, combo y pintura.

Y los materiales que se utilizó para hacer los mojones de los BM para anclarlos en la superficie son el cemento y el ripio.

### Cuadrilla de trabajo

La cuadrilla de trabajo ha sido conformada por tres alarifes y un responsable para el manejo de la estación total, entre esta cuadrilla a estado mi persona presente en todo el trabajo.

## Imágenes de trabajo en campo

Imagen N° 1. Cuadrilla para realizar el levantamiento topográfico



Imagen N° 2. Estación posicionada en el BM 6 y la topografía del terreno en la parte montañosa



Imagen N° 3. Vaciado del BM6 con hormigón ciclópeo



Imagen N° 4. Colocado de nombre y vaciado de los BM



## **De los equipos utilizados**

**Estación total SOKKIA:** Con referente a este equipo utilizado, al tratarse que es de laboratorio y también tenemos responsables que están a cargo de los mismos, nos confirman que están bien calibradas y por tanto no tendría que existir dudas respecto a la toma de puntos. Es solo si, un buen manejo del mismo. Y por tanto constatamos que nuestras curvas de nivel reflejan la superficie del terreno.

**GPS GARMIN:** Este GPS, es un equipo que nos ayuda en conocer el punto desconocido en base a coordenadas, en nuestro caso, coordenadas UTM. Por tanto, si bien sabemos que su precisión varía en un radio de 2-5 metros, pero nos sirve para partir con este punto, en el levantamiento topográfico. Es decir que el GPS nos da como dato la coordenada absoluta y partir de este punto, obtendremos puntos con coordenadas relativas, con la ayuda del equipo estación total.

### **3. Determinación y ubicación de puntos BM**

- Para fijar el primer punto BM, se coloca el GPS a lado la estaca “BM6” donde se fija el equipo estación total, el cual dentro de un tiempo nos arroja coordenadas absolutas en las direcciones “N, E y Z”. Estas coordenadas cargamos como punto estación al equipo.
- Con el fin de orientar el equipo, necesitamos otro punto conocido que nos pide la estación total. Este punto sería, el punto atrás, que también nos da el GPS. Y con este, el equipo recalcula el punto atrás y de esta manera el equipo ya estaría orientada.
- Una vez orientada el equipo, es momento de fijar la posición de los puntos BM que sean necesarios, o que también serían puntos relativos del punto estación “BM6” por el hecho que estos puntos son colocados en base a tal punto. Estos puntos nos servirán para hacer el levantamiento de la nube de puntos, replanteos, ya que a partir de los mismos podremos orientar el equipo estación total. Por el hecho de que están bien mojonadas y fijadas en el suelo, como se muestra en la imagen N°4.

A continuación, mostramos un esquema referido a la orientación del equipo estación total.

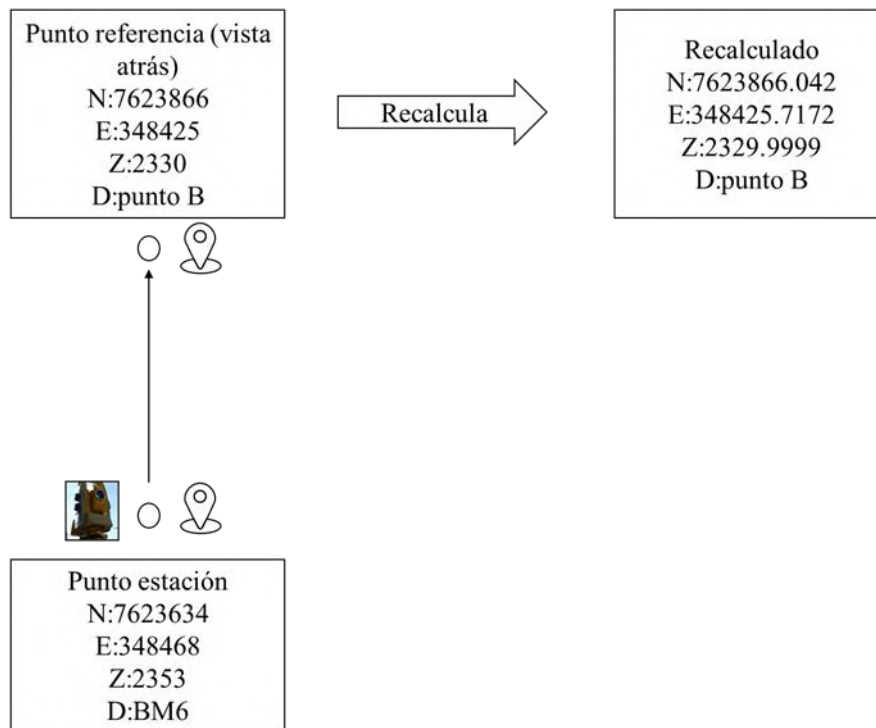


Imagen N° 5. Ubicación de los puntos BM sin corregir



Sus coordenadas de los puntos BM, se muestra en el siguiente cuadro. Donde se puede apreciar que las coordenadas del punto BM6, lleva números enteros, esto indica que es un punto obtenido con el GPS y el resto de los puntos con estación total.

Cuadro N° 1. Coordenadas de los puntos BM sin corregir

Punto	Norte	Este	altura
BM1	7624007.926	343735.151	2231.186
BM2	7623603.381	344772.017	2240.361
BM3	7623843.520	346091.774	2285.558
BM4	7623521.564	346837.091	2224.035
BM5	7623869.897	347621.609	2334.390
BM6	7623634	348468	2353

Fuente: Elaboración propia

#### 4. Ajuste de la poligonal abierta

La poligonal abierta esta conformada por los puntos “BM” mostradas en el cuadro N° 1 e imagen N°5. Esta poligonal esta compuesta por puntos determinadas con el equipo estación total. Por tanto, es necesario hacer un ajuste de la misma en base a los puntos de control obtenidos con la ESTACIÓN DE REFERENCIA DE OPERACIÓN CONTÍNUA C.O.R.S. GEO-9 (Municipio de Tarija).

##### 4.1. Información adicional acerca de la estación de referencia

Antena instalada en una estructura metálica en el 2do. Piso, empotrada en una columna de concreto cerca del tanque de agua en el domicilio ubicado en la Av. José J Pérez, calle Ambrosio Catoira No.227, Zona Senac, Barrio Andalucía. (Municipio Tarija, Provincia Cercado).

**Enlace RED MARGEN:** Punto enlazado al “Marco de Referencia Geodésico Nacional” MARGEN – SIRGAS, mediante las Estaciones Permanentes del Instituto Geográfico Militar TJA(Tarija), VMON(Villamontes) y YCBA (Yacuiba).

##### Coordenadas UTM:

UTM (Norte) = 7617010.3987

UTM (Este) = 318487.7002

Meridiano central = - 63

Zona UTM = 20 S

## 4.2. Información del receptor G.N.S.S.

### Información del receptor:

Tipo do Receptor: SOUTH NET S9

Número de Serie: S490A5117341500

Versión del Firmware: 1.8.1245

Fecha de Instalación: 25/11/2021 16:02 UTC

### Información de la antena:

Tipo de Antena (Nombre IGS): STHCR3-G3 SOUTH

Número de Serie: C2016001896

Altura de la Antena (m): 0.000 m

Fecha de instalación: 25/11/2021

## 4.3. Puntos de control obtenidos en campo

Estos puntos son obtenidos en campo con GPS de doble frecuencia. Este equipo necesita de una base que la misma esta ubicado en el municipio de Tarija como se indica en la sección 4.1.

Cuadro N° 2. Puntos de control obtenidos en campo

Puntos de control obtenidos en campo				
N°	Norte	Este	Altura	Descripción
1	7623639.92	348625.157	2388.9445	C1
2	7623636.24	348476.578	2389.2845	C2
3	7623604.8	344782.816	2277.4435	C3
4	7624009.37	343746.337	2268.3785	C4

Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 6. Imágenes de obtención de puntos de control en campo



Fuente: Elaboración propia



#### 4.4. Procedimiento de calculo de ajuste de la poligonal abierta

El punto de control común de referencia para hacer el ajuste de poligonal es el “C2” que el mismo debería de tener las mismas coordenadas que el BM6. Para lograr esto obtenemos un delta (DN, DE y DZ). Como se muestra en el siguiente:

$$DN = 7623636.241 - 7623634 = 2.2405$$

$$DE = 348476.5775 - 348468 = 8.5775$$

$$DZ = 2389.2845 - 2353 = 36.2845$$

Restando los valores de delta a las coordenadas de los puntos de control se logra hacer que estos puntos sean los que conformen las líneas bases de cierre de la poligonal.

En la imagen N° 7 estos puntos conforman las líneas de color verde.

Sus coordenadas son los que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3. Puntos de control referenciados con C2 y BM6.

Puntos de control referenciados con C2 y BM6					
N°	Norte	Este	Altura	Descripción	Descripción 2
1	7623637.68	348616.579	2352.66	C1	A
2	7623634	348468	2353	C2	B
3	7623602.56	344774.238	2241.159	C3	C
4	7624007.13	343737.76	2232.094	C4	D

Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 7. Líneas bases de cierre de la poligonal abierta



Fuente: Elaboración propia

Se observa que las coordenadas del punto “C2” llevan números enteros y son las mismas coordenadas del punto BM6 mostrada en el cuadro N° 1.

Con fines de cálculo, los puntos de control tienen la descripción 2, como se muestra en el cuadro N° 3. Es decir, los puntos A, B, C y D. son los puntos de control C1, C2, C3 y C4 sucesivamente.

Con los datos del cuadro N° 1 y cuadro N° 3, forman la poligonal de la figura N° 8 y a partir de esta poligonal y las líneas bases de cierre se hace el ajuste de la poligonal como se muestra en el cuadro N° 4.

Imagen N° 8. Poligonal para hacer el ajuste en base a las líneas de cierre



Fuente: Elaboración propia

**Datos de entrada:**

Azimut	
Angulo	g,m,s
$\varphi_{AB} =$	91°25'11.9''
$\varphi_{CD} =$	68°40'39.4''

Coordenadas		
Punto	Norte	Este
B	7623634	348468
C	7623603	344774.2
$\Delta$ (N y E)	31.44	3693.762

Otros datos son las tres primeras columnas del cuadro N° 4: Punto, Angulo horizontal de los vértices y distancia horizontal de las rectas formadas por los puntos.

Cuadro N° 4. Cálculo de la poligonal abierta con control

Punto	Ang. hor.	Distancia m	Acimut	corregir	Acimut corr.	proyc. Calc.		Correc.		proyc. Corre.		Cordenadas	
	g.m.s		g.m.s	g.m.s	g.m.s	Norte	Este	CpN	CpE	Norte	Este	Norte	Este
A			91°25'11.9"		91°25'11.9"								
B	163°0'23"	878.649	74°25'34.9"	0°0'1.53"	74°25'36.44"	235.8967	846.3904	0.185514	-0.50127	236.0823	845.8892	7623634	348468
1	219°30'55"			0°0'1.53"								7623870	347622.1
		858.373	113°56'29.9"		113°56'32.97"	-348.333	784.518	0.181233	-0.4897	-348.152	784.0283		
2	132°41'43.3"			0°0'1.53"								7623522	346838.1
		811.882	66°38'13.2"		66°38'17.82"	321.956	745.3165	0.171417	-0.46318	322.1274	744.8533		
3	213°40'31.89"			0°0'1.53"								7623844	346093.2
		1341.426	100°18'45.1"		100°18'51.26"	-240.139	1319.756	0.283223	-0.76529	-239.855	1318.991		
C	148°21'46.6"			0°0'1.53"								7623604	344774.2
			68°40'31.7"		68°40'39.39"								
D			68°40'39.4"			30.61861	3695.981						

$$\sum L = 3890.33 \boxed{0^{\circ}0'7.69''} \quad \begin{aligned} \epsilon\Delta N &= -0.82339 & 0.823388 \\ \epsilon\Delta E &= 2.219443 & -2.21944 \end{aligned}$$

$$TL = 0.025 \sqrt{\sum L} = 1.559313 \quad \epsilon L = \sqrt{\epsilon\Delta N^2 + \Delta\epsilon E^2} = 2.367255$$

P = 0.000608  
n = 1643.393

Según tabla de valores guías de tolerancia lineal en función “n” los puntos levantados con estación total son válidas, dado que “n = 1643.394” está dentro el rango para 1: 2500 a 1: 5000. Estos rangos presentamos en la siguiente tabla.

Tabla N° 1. Valores guías de tolerancia lineal en función de “n”

Tolerancia lineal	Tipo de levantamiento
1:800	Levantamiento de terrenos accidentados, de poco valor, levantamientos de reconocimiento, colonizaciones, etc.
1:1000 a 1:1500	Levantamientos de terreno de poco valor por taquimetría con doble lectura de mira.
1:1500 a 1:2500	Levantamiento de terrenos agrícolas de valor medio, con cinta.
1:2500 a 1:5000	Levantamientos urbanos y rurales, de mediano a alto valor, uso de distanciómetros eléctricos.
1:10000	Levantamientos geodésicos.

Fuente: Leonardo Casanova, “Sencico, Curso completo topografía 2010”

Del cuadro N° 4 y el cuadro N° 3 se resume los puntos de control corregidos, los mismos serán validos para hacer un replanteo u orientar los equipos necesarios con fines topográficos del tramo. Los mismos están mojonados como se muestra en la imagen N° 4 y 6.

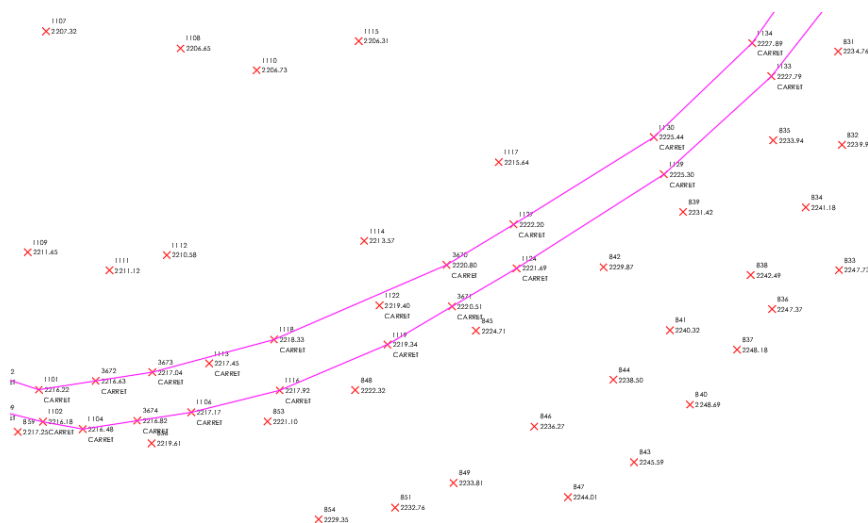
Cuadro N° 5. Puntos BM del tramo Carlazo Centro -Carlazo Este

Punto	Norte	Este	altura
BM1	7624007.13	343737.76	2231.186
BM2	7623604.2	344774.238	2240.361
BM3	7623844.06	346093.229	2285.558
BM4	7623521.93	346838.083	2224.035
BM5	7623870.08	347622.111	2334.39
BM6	7623634	348468	2353
BM7	7623637.68	348616.579	2352.66

Fuente: Elaboración propia

## 5. Levantamiento de la nube de puntos

Imagen N° 9. Detalle de nube de puntos



Fuente: Elaboración propia

Posicionando la estación en los puntos BM para orientar el equipo, se empezó a levantar la nube de puntos de la siguiente manera:

- Se levanto los puntos de los lados externos del camino con descripción "CARRET", ya que esta descripción sirve de mucho para el trabajo en gabinete.

- De la misma manera para los lugares como ser quebradas ríos se puso una descripción
- Y de esa manera se logra hacer el levantamiento de la nube de puntos a lo largo del camino a una distancia del eje de la carretera de aproximadamente 30m a cada lado, llevando 2 líneas tanto a lado derecho e izquierdo del camino y sobre los bordes de cortes del camino.

## 6. Curvas de nivel

Las curvas de nivel son determinadas con la ayuda del AutoCAD CIVIL 3D, a partir del procesamiento de la nube de puntos. (ver plano general, lamina 01).

Imagen N° 10. Representación de las curvas de nivel



Fuente: Elaboración propia

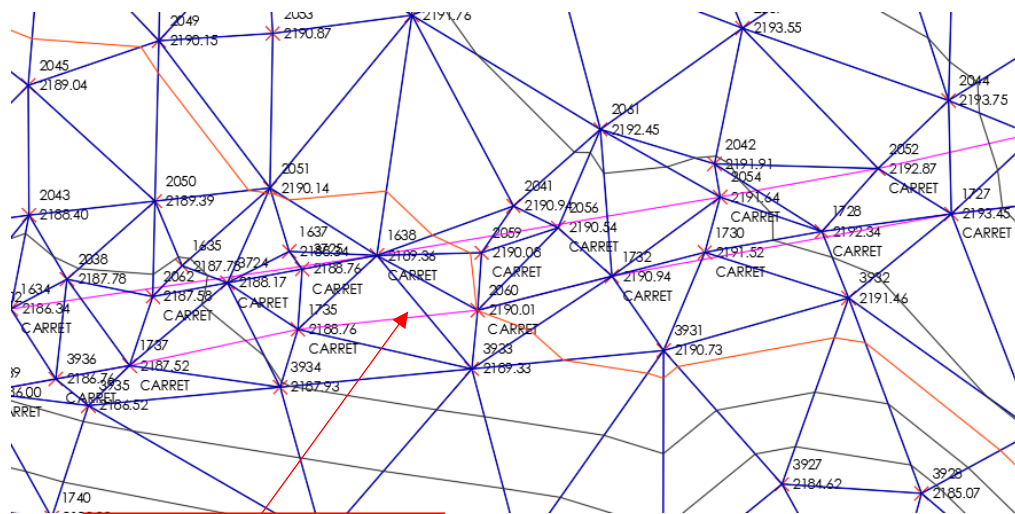
### 6.1. Detalle de obtención de curvas de nivel

Para obtener las curvas de nivel hay que trabajarlos en gabinete, en nuestro caso mostramos una sección donde la triangulación es por defecto y cuando la triangulación ya es trabajada. Las diferencias de ambos se pueden apreciar en las siguientes imágenes.

En la imagen N° 11, la línea de triangulación de color azul, debería de hacer la triangulación paralela a la línea color violeta y de esta manera lograr obtener la superficie como tal.

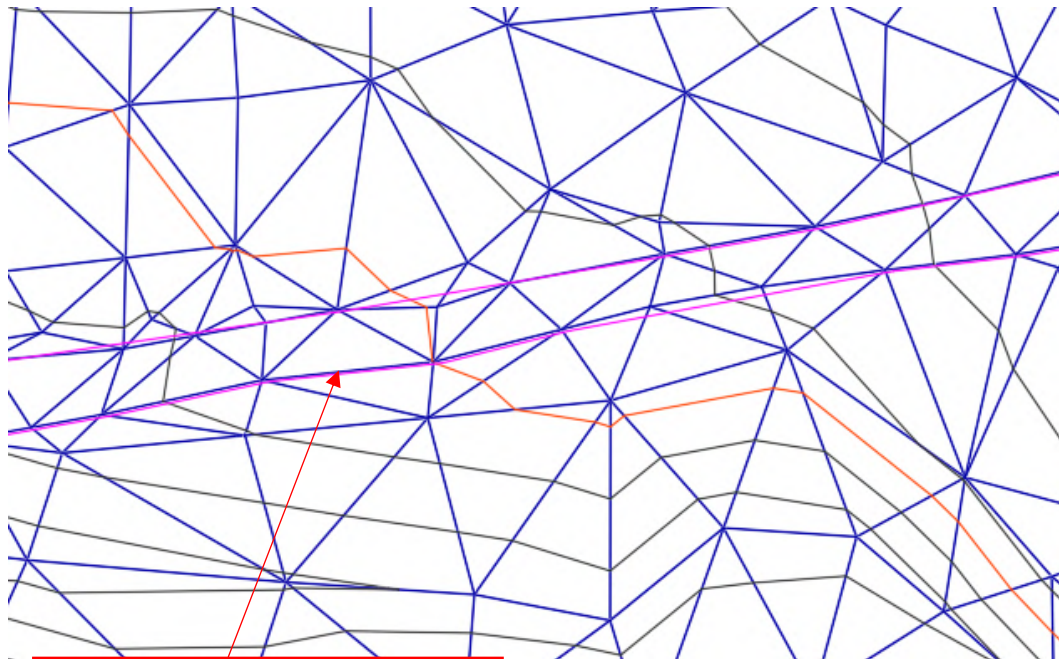
En la imagen N° 12, la triangulación ya está corregida y la línea identificada como mala triangulación, está ya paralela a la línea color violeta.

Imagen N° 11. Detalle de triangulación y curvas de nivel, por defecto, sin trabajar



Mala triangulación

Imagen N° 12. Detalle de triangulación y curvas de nivel, trabajados en gabinete



Línea de triangulación, corregida

## 6.2. Tabla de la nube de puntos

La tabla de nube de puntos se muestra a continuación:

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1	7623634	348468	2353	BM6	74	7623463.169	348277.169	2318.4463	
2	7623866.042	348425.7172	2329.9999		75	7623471.12	348262.1604	2322.9916	
3	7623869.821	347622.3276	2334.3903	BM5	76	7623437.134	348278.9332	2307.7451	
4	7623876.695	347618.6447	2335.8064	B	77	7623447.856	348251.656	2317.1741	
5	7623641.162	348468.4598	2351.7291		78	7623466.205	348249.385	2322.778	
6	7623649.838	348470.7274	2349.3371		79	7623422.139	348266.3385	2305.6081	
7	7623659.981	348473.5081	2346.39		80	7623440.5	348257.413	2314.5815	
8	7623662.653	348466.7801	2345.3054		81	7623470.328	348235.9931	2321.6536	
9	7623658.616	348453.8901	2345.7451		82	7623414.93	348253.6217	2304.7139	
10	7623650.515	348456.5984	2348.3387		83	7623464.542	348228.4249	2321.7317	BM4
11	7623648.541	348451.4035	2348.5462		84	7623465.134	348240.4307	2322.7503	B
12	7623643.524	348441.4578	2349.2131		85	7623478.057	348246.9725	2323.4471	
13	7623630.416	348440.1192	2351.2862		86	7623498.199	348245.3042	2324.7044	
14	7623638.51	348433.0077	2349.8785		87	7623490.279	348264.054	2324.0281	CARRET
15	7623641.285	348418.0224	2349.7448		88	7623486.324	348257.3947	2325.0148	
16	7623642.648	348410.974	2349.7941		89	7623512.507	348249.0312	2326.6296	
17	7623646.153	348398.6999	2347.3742		90	7623502.888	348266.578	2327.2794	
18	7623655.904	348402.24	2346.2939		91	7623509.475	348272.3176	2326.4652	CARRET
19	7623653.717	348410.6338	2347.4668		92	7623529.723	348252.1684	2322.4714	
20	7623649.819	348420.9187	2348.0753		93	7623509.399	348268.4502	2327.9643	
21	7623657.617	348422.8656	2346.1418		94	7623530.583	348273.7584	2328.9534	CARRET
22	7623656.892	348429.4088	2345.6927		95	7623522.731	348267.0922	2329.9381	
23	7623647.234	348433.7295	2348.0311		97	7623536.796	348274.6619	2326.6524	CARRET
27	7623666.706	348445.2014	2344.0212	CARRET	98	7623548.983	348256.1049	2328.2483	
28	7623667.601	348450.7433	2343.8807	CARRET	99	7623550.559	348276.5179	2331.2488	
29	7623662.98	348452.3772	2343.9541	CARRET	100	7623552.805	348279.3383	2330.0893	CARRET
30	7623666.102	348466.4166	2343.4781	CARRET	101	7623555.031	348273.4665	2331.5532	
31	7623671.788	348468.0249	2343.5249	CARRET	102	7623563.416	348261.7912	2328.5429	
32	7623623.864	348453.9868	2354.3498		103	7623568.892	348276.0774	2331.086	
33	7623617.31	348434.4973	2348.554		104	7623577.287	348282.8049	2331.3911	CARRET
34	7623634.145	348421.002	2350.1138		105	7623597.834	348305.4977	2333.4877	CARRET
35	7623640.983	348394.3201	2347.0121		106	7623597.686	348301.5741	2333.1525	
36	7623626.868	348415.4449	2347.9996		107	7623587.305	348292.932	2332.2375	CARRET
37	7623618.064	348418.8457	2345.2107		108	7623600.989	348304.463	2334.8013	
38	7623629.111	348397.359	2345.5064		109	7623612.639	348317.0791	2335.6714	CARRET
39	7623631.288	348381.3225	2344.1089		110	7623610.472	348312.3446	2336.2553	
40	7623626.225	348384.8651	2342.3053		111	7623610.888	348323.3023	2335.6992	CARRET
41	7623649.676	348369.2484	2346.7406		112	7623624.448	348320.3233	2338.223	
42	7623616.925	348381.7771	2337.4051		113	7623618.625	348327.42	2336.6908	CARRET
43	7623626.21	348369.0427	2340.844		114	7623621.439	348323.9118	2336.7701	CARRET
44	7623636.079	348350.9187	2342.1118		115	7623623.032	348331.1123	2337.2752	CARRET
45	7623624.154	348359.3537	2340.5341		116	7623629.646	348335.9483	2338.5964	CARRET
46	7623611.259	348365.8646	2335.5159		117	7623655.443	348377.2333	2346.5272	
47	7623616.336	348348.3245	2338.2248		118	7623651.587	348391.79	2346.4757	
48	7623622.611	348335.4432	2338.6742		119	7623665.214	348384.2751	2343.768	CARRET
49	7623603.769	348348.3841	2334.7692		120	7623672.469	348383.4431	2343.4771	CARRET
50	7623606.518	348342.7286	2336.0339		121	7623666.436	348390.6686	2343.4091	CARRET
51	7623602.253	348323.0493	2335.8363		122	7623659.77	348374.9671	2345.2246	
52	7623590.469	348347.3968	2331.0798		123	7623672.728	348393.5561	2343.6972	CARRET
53	7623590.895	348329.2202	2332.988		124	7623665.831	348402.8258	2343.818	CARRET
54	7623589.902	348312.4027	2333.7275	CARRET	125	7623662.504	348382.5284	2345.0839	
55	7623574.222	348335.0887	2328.5914		126	7623663.643	348411.9451	2344.2028	CARRET
56	7623579.069	348321.6581	2331.0398		127	7623670.303	348415.5529	2344.3817	CARRET
57	7623576.649	348301.57	2331.9172	CARRET	128	7623663.381	348396.5906	2345.073	
58	7623554.288	348329.6055	2323.2385		129	7623661.912	348421.6251	2344.3529	CARRET
59	7623561.753	348309.6499	2328.8366		130	7623666.89	348431.0598	2344.4356	CARRET
60	7623559.242	348289.9954	2330.6862	CARRET	131	7623661.481	348407.3768	2345.718	
61	7623535.75	348318.62	2321.2093		132	7623660.424	348434.505	2344.2781	CARRET
62	7623540.877	348299.1666	2326.6647		133	7623666.302	348440.6056	2344.194	CARRET
63	7623539.708	348286.6745	2330.465	CARRET	134	7623658.75	348425.3197	2345.703	
64	7623517.602	348315.5418	2319.4201		135	7623661.27	348445.9573	2344.0581	CARRET
65	7623519.735	348297.1028	2324.9346		136	7623667.833	348450.757	2343.93	CARRET
66	7623518.985	348283.4177	2328.0395	CARRET	137	7623658.581	348446.5251	2345.1454	
67	7623498.038	348307.6489	2319.6259		138	7623670.748	348461.4495	2343.6536	CARRET
68	7623499.316	348291.3225	2323.6962		139	7623466.42	348258.7241	2322.5898	
69	7623499.852	348279.1064	2326.278	CARRET	140	7623457.711	348250.1327	2320.7203	
70	7623477.41	348294.5692	2316.9383		141	7623440.116	348248.5221	2314.6659	
71	7623484.703	348286.2827	2321.7637		142	7623455.814	348242.5625	2320.9995	
72	7623485.168	348272.7602	2324.8209	CARRET	143	7623466.802	348245.7459	2322.708	
73	7623457.547	348290.2342	2310.783		144	7623459.619	348236.775	2322.3109	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
145	7623438.553	348237.1976	2312.9805		219	7623513.529	348195.0966	2311.6344	CARRET
146	7623451.849	348235.05	2319.1898		220	7623504.652	348201.3939	2313.2124	CARRET
147	7623441.74	348225.6587	2311.3195		221	7623516.736	348196.3588	2314.2904	
148	7623468.856	348238.2858	2322.1163		222	7623499.104	348209.4829	2314.5413	CARRET
149	7623476.455	348227.9022	2319.7737		223	7623512.23	348208.061	2316.9055	
150	7623458.265	348220.824	2316.0645		224	7623491.136	348218.5401	2316.3146	CARRET
151	7623446.56	348216.2353	2309.8873		225	7623508.654	348204.0683	2312.9587	CARRET
152	7623467.915	348209.4794	2314.7371		226	7623506.707	348212.1919	2317.0787	
153	7623487.469	348215.2994	2317.6603		227	7623502.165	348212.8335	2314.1836	CARRET
154	7623452.689	348205.7829	2307.9562		228	7623482.14	348227.4644	2318.1992	CARRET
155	7623474.188	348202.5438	2313.532		229	7623489.772	348226.7311	2316.7966	CARRET
156	7623497.693	348200.653	2316.2744		230	7623497.93	348221.665	2318.9869	
157	7623458.597	348195.861	2305.0352		231	7623476.439	348233.7814	2319.2229	CARRET
158	7623480.568	348192.1717	2311.0457		232	7623488.854	348231.5212	2321.2217	
159	7623502.931	348186.6471	2313.7939		233	7623484.586	348231.8137	2317.8946	CARRET
160	7623463.288	348184.3228	2301.9089		234	7623471.376	348242.5811	2320.5234	CARRET
161	7623485.847	348180.532	2308.5733		235	7623480.97	348239.8973	2322.3823	
162	7623498.094	348170.8781	2310.1539		236	7623478.853	348237.7547	2319.2612	CARRET
163	7623462.768	348174.9855	2299.1766		237	7623474.144	348246.1662	2320.65	CARRET
164	7623489.221	348171.4052	2307.16		238	7623469.172	348221.1013	2319.4102	
166	7623459.317	348163.3728	2296.5116		239	7623473.934	348213.5273	2318.6416	
167	7623481.862	348159.605	2304.1		240	7623507.225	348245.9084	2325.4147	
168	7623470.856	348144.7531	2302.2587		241	7623478.764	348208.1905	2317.7234	
169	7623454.024	348153.7655	2294.6756		242	7623506.243	348237.0559	2323.3848	
170	7623473.415	348151.3754	2301.8701		243	7623526.651	348250.8349	2327.0492	
171	7623461.642	348134.4885	2300.5991	CARRET	244	7623511.594	348227.4871	2320.928	
172	7623441.759	348146.4784	2291.2934		245	7623529.955	348241.7275	2324.691	
173	7623453.482	348130.3332	2297.2468		246	7623489.205	348199.3703	2316.3951	
174	7623458.537	348124.0611	2300.2286	CARRET	247	7623515.931	348219.3994	2318.4838	
175	7623432.983	348134.125	2288.6044		248	7623495.819	348193.3667	2315.1435	
176	7623449.051	348119.0098	2294.9586		249	7623520.037	348207.9312	2314.9829	
177	7623456.456	348107.6384	2297.5852	CARRET	250	7623504.642	348186.5358	2313.6044	
178	7623426.441	348117.6131	2286.6052		251	7623503.779	348194.9347	2314.8128	
179	7623444.023	348101.46	2291.8602		252	7623495.641	348206.547	2316.9104	
180	7623456.427	348092.357	2295.4033	CARRET	253	7623489.731	348216.1791	2317.4937	
181	7623423.21	348104.5223	2286.5345		254	7623480.529	348224.6354	2319.4207	
182	7623442.9	348079.9516	2288.8428		255	7623483.522	348235.6392	2320.3051	
183	7623457.668	348077.3442	2293.9376	CARRET	256	7623493.332	347892.2556	2208.4719	CARRET
184	7623429.961	348088.3488	2285.2926		257	7623493.407	347873.6325	2211.1819	CARRET
185	7623444.1	348073.4531	2288.1223		258	7623496.43	347898.8291	2207.7478	
186	7623464.012	348068.4252	2292.8702	CARRET	259	7623499.07	347902.4435	2208.2082	
187	7623463.91	348079.5511	2293.713	CARRET	260	7623493.704	347891.6029	2207.7825	
188	7623462.598	348097.6272	2295.9578	CARRET	261	7623499.155	347900.6646	2207.4785	
189	7623436.342	348074.4664	2284.3705		262	7623488.221	347877.8361	2210.368	CARRET
190	7623465.045	348113.1904	2297.9734	CARRET	263	7623489.376	347900.4468	2208.7203	
191	7623467.913	348078.6587	2295.9125		264	7623486.514	347888.7568	2209.0864	CARRET
192	7623470.516	348130.1972	2301.1622	CARRET	265	7623494.467	347907.7059	2209.5709	CARRET
193	7623465.227	348090.4948	2296.7151		266	7623509.324	347916.1367	2210.5323	CARRET
194	7623482.351	348140.4712	2303.35	CARRET	267	7623499.132	347903.451	2209.165	CARRET
195	7623466.113	348110.6496	2299.0227		268	7623514.693	347918.4879	2210.7747	CARRET
196	7623495.084	348150.1191	2305.3688	CARRET	269	7623517.871	347912.6983	2211.1777	CARRET
197	7623469.549	348122.9423	2302.3095		270	7623536.045	347924.8838	2212.4178	CARRET
198	7623473.348	348129.674	2303.3804		271	7623542.484	347920.9468	2213.1769	CARRET
199	7623483.889	348082.9531	2295.9187		272	7623552.195	347927.421	2213.893	CARRET
200	7623483.115	348137.3164	2305.2094		273	7623557.616	347920.4821	2214.7997	CARRET
201	7623508.747	348164.0276	2308.1592		274	7623568.173	347925.2377	2215.6145	CARRET
202	7623493.819	348142.4287	2305.8012		275	7623572.598	347918.6338	2216.4258	CARRET
203	7623498.333	348152.4922	2306.5232		276	7623567.831	347907.0092	2210.8031	
204	7623473.955	348142.4633	2303.0248	CARRET	277	7623579.859	347924.2797	2217.5622	CARRET
206	7623489.941	348154.4486	2305.2481	CARRET	278	7623584.071	347901.5326	2209.842	
207	7623515.608	348168.9184	2310.2655		279	7623592.686	347921.876	2218.7745	CARRET
208	7623500.877	348164.7174	2307.1682	CARRET	280	7623554.623	347895.9556	2209.475	
210	7623518.377	348174.3876	2310.9112		281	7623592.204	347915.2742	2219.1281	CARRET
211	7623508.267	348165.6841	2307.5647	CARRET	282	7623576.629	347887.5666	2209.2917	
212	7623508.897	348178.4295	2309.4221	CARRET	283	7623606.255	347921.5641	2220.261	CARRET
213	7623518.437	348182.7787	2311.1701		284	7623598.731	347884.6129	2209.8263	
214	7623513.356	348174.8766	2308.9116	CARRET	285	7623606.947	347915.3782	2220.6114	CARRET
215	7623509.865	348191.2867	2311.4333	CARRET	286	7623597.587	347901.1293	2211.5098	
216	7623515.264	348184.2753	2310.3614	CARRET	287	7623621.108	347921.5367	2222.1917	CARRET
217	7623518.756	348187.7653	2310.3482		288	7623624.013	347915.5856	2222.455	CARRET



N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
289	7623622.061	347880.2862	2209.8118		361	7623689.529	348069.4479	2254.2565	
290	7623638.183	347923.0691	2223.431	CARRET	362	7623675.858	348103.9645	2269.6063	
291	7623633.542	347879.058	2209.5549		363	7623682.495	348058.59	2254.9631	
292	7623640.533	347916.9445	2224.0067	CARRET	364	7623702.63	348062.9412	2251.3014	
293	7623652.123	347894.3441	2214.7009		365	7623661.528	348089.8177	2271.8068	
294	7623652.783	347923.1868	2225.0363	CARRET	366	7623677.07	348051.0408	2256.0818	
295	7623663.4	347889.277	2214.9365		367	7623685.314	348042.7369	2252.0848	CARRET
296	7623682.596	347884.8954	2207.4159		368	7623669.41	348038.7266	2256.7495	
297	7623656.195	347914.7024	2225.7518	CARRET	369	7623678.63	348044.9148	2252.1177	CARRET
298	7623669.914	347894.6515	2217.2731		370	7623661.509	348089.7849	2271.7944	
299	7623694.384	347888.9554	2207.6558		371	7623662.353	348041.281	2259.6608	
300	7623669.328	347925.7207	2226.6711	CARRET	373	7623663.02	348079.3096	2270.831	
301	7623682.358	347898.0687	2216.5738		375	7623647.933	348022.051	2257.8633	
302	7623716.604	347894.4683	2208.4043		377	7623646.846	348063.9313	2267.8496	CARRET
303	7623673.583	347918.6393	2227.4142	CARRET	378	7623715.29	348490.4643	2331.3531	
304	7623703.831	347908.1437	2219.6117		379	7623680.467	348481.6518	2340.5651	
305	7623711.73	347915.5822	2221.0821		380	7623701.754	348484.8778	2335.1499	
306	7623681.167	347934.4925	2229.0707	CARRET	381	7623711.617	348472.721	2329.7066	
307	7623731.336	347919.2484	2217.3245		382	7623697.794	348465.3812	2335.5299	
308	7623686.914	347928.5413	2229.3892	CARRET	383	7623711.426	348464.6858	2328.3668	
309	7623722.182	347941.9469	2227.1623		384	7623704.615	348421.5568	2333.9223	
310	7623737.261	347928.2374	2221.9344		385	7623704.648	348417.9904	2334.25	
311	7623689.727	347950.1318	2231.7656	CARRET	386	7623680.948	348388.1882	2339.9241	
312	7623717.536	347951.7615	2229.5339		387	7623704.616	348399.0718	2333.018	
313	7623754.353	347934.6298	2221.2738		388	7623692.677	348373.6328	2331.6518	
314	7623696.7	347946.8742	2231.944	CARRET	389	7623692.645	348373.6066	2331.6182	
315	7623739.422	347950.5702	2226.1992		390	7623711.406	348424.9917	2331.5499	
316	7623776.634	347935.0106	2218.1497		391	7623692.562	348364.07	2329.7288	
317	7623695.303	347971.0113	2234.2943	CARRET	392	7623708.511	348398.9116	2331.6734	
318	7623748.047	347969.7353	2225.4823		393	7623648.006	348329.9824	2337.0216	
319	7623799.964	347931.5599	2215.6857		394	7623703.224	348377.0538	2327.8153	
320	7623702.423	347969.2729	2234.3128	CARRET	395	7623683.048	348347.5542	2330.1593	
321	7623757.491	347995.9242	2225.4969		396	7623696.048	348361.0338	2327.5426	
322	7623703.388	348001.006	2237.8129	CARRET	397	7623668.598	348323.4566	2331.0534	
323	7623774.215	348017.4587	2223.7546		398	7623670.426	348376.8287	2343.0252	CARRET
325	7623784.071	348033.5677	2223.1314		399	7623664.191	348376.9984	2342.9659	CARRET
326	7623707.757	348018.8574	2239.6194	CARRET	400	7623663.58	348306.9058	2328.7736	
328	7623711.448	348033.744	2241.9203	CARRET	401	7623660.743	348368.534	2342.6582	CARRET
329	7623714.91	348045.7152	2243.2431	CARRET	402	7623663.052	348359.0685	2342.1905	CARRET
330	7623721.794	348041.1163	2243.3428	CARRET	403	7623657.823	348351.0028	2341.7924	CARRET
331	7623717.505	348062.9442	2245.5114	CARRET	404	7623651.843	348351.9034	2341.5193	CARRET
332	7623725.051	348062.508	2245.6408	CARRET	405	7623645.753	348344.9582	2340.474	CARRET
333	7623728.859	348013.8915	2235.3919		406	7623647.016	348336.061	2339.79	CARRET
334	7623727.919	348077.7569	2247.777	CARRET	407	7623637.459	348338.964	2339.2269	CARRET
335	7623738.447	348038.7141	2236.9644		408	7623632.946	348336.0379	2338.543	CARRET
336	7623718.329	348074.474	2247.2163	CARRET	409	7623625.956	348310.7024	2332.8272	
337	7623739.964	348053.194	2238.4658		410	7623642.978	348296.961	2325.878	
338	7623770.632	348087.5835	2235.4757		411	7623616.581	348303.8227	2331.6661	
339	7623740.851	348070.9456	2241.1813		412	7623627.437	348289.709	2324.0627	
340	7623765.958	348103.4515	2237.9476		413	7623605.886	348294.772	2330.4312	
341	7623741.712	348097.1724	2244.2265		414	7623614.218	348281.1194	2323.72	
342	7623755.185	348121.7164	2243.3624		415	7623591.921	348285.0069	2330.318	
343	7623720.919	348084.6978	2248.435	CARRET	416	7623601.127	348270.1871	2323.5557	
344	7623755.241	348121.7594	2243.3265		417	7623585.594	348277.9419	2329.7743	
345	7623732.192	348111.808	2248.4887		418	7623582.161	348265.784	2327.4649	
346	7623714.953	348078.9435	2247.8989	CARRET	419	7623586.606	348254.8284	2321.2009	
347	7623738.417	348130.9222	2249.8855		420	7623576.238	348275.6953	2330.205	
348	7623706.152	348121.7487	2259.4948		421	7623571.566	348258.527	2326.0034	
349	7623700.015	348068.8645	2249.7473	CARRET	422	7623555.764	348270.7971	2330.7795	
350	7623716.658	348136.473	2257.7667		423	7623570.749	348242.3593	2318.8461	
351	7623697.947	348104.7823	2261.5292		424	7623561.596	348251.4919	2325.4391	
352	7623696.614	348072.9061	2249.7008	CARRET	425	7623532.128	348263.8433	2329.6941	
353	7623700.406	348132.0339	2262.8588		426	7623560.528	348238.3221	2319.2309	
354	7623684.33	348053.8303	2251.3452	CARRET	427	7623546.313	348245.7853	2324.9811	
355	7623706.288	348089.657	2253.2716		428	7623508.378	348261.1403	2327.9208	
356	7623687.996	348049.0033	2251.7113	CARRET	429	7623551.803	348233.9136	2318.4309	
357	7623697.491	348080.8139	2254.2074		430	7623523.865	348238.4836	2323.8434	
358	7623687.039	348117.8941	2267.4301		431	7623541.45	348233.4198	2319.6836	
359	7623688.124	348085.9735	2258.2309		432	7623488.612	348254.1677	2324.968	
360	7623694.874	348052.143	2252.3508		433	7623516.2	348230.9273	2321.5691	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
434	7623488.771	348235.7285	2321.9557		504	7623662.841	348056.0355	2262.3025	
435	7623532.867	348229.4787	2319.148		505	7623636.768	348041.3702	2266.0739	
436	7623525.668	348221.3249	2317.3178		506	7623710.35	348118.9543	2256.6642	
437	7623500.279	348221.4978	2318.7951		507	7623650.701	348038.6082	2262.3587	
438	7623539.065	348219.601	2314.6554		508	7623627.391	348031.3781	2265.4268	
439	7623512.434	348206.1644	2316.1985		509	7623637.611	348015.3564	2259.6188	
440	7623531.581	348208.7782	2312.8543		510	7623727.791	348114.7583	2250.0502	
441	7623544.14	348206.0484	2309.0447		511	7623640.462	348039.8067	2266.0809	
442	7623516.81	348183.0137	2311.0432		512	7623746.685	348108.0437	2243.1441	
443	7623539.883	348194.0204	2306.8643		513	7623631.848	348027.6087	2265.2429	
444	7623548.565	348197.1991	2305.5774		514	7623617.992	348020.6041	2265.8512	
445	7623514.061	348168.4677	2309.9336		515	7623626.987	348016.9412	2265.2902	
446	7623539.732	348179.3358	2305.1069		516	7623756.97	348091.4928	2238.4827	
447	7623548.858	348169.4499	2303.2484		517	7623621.736	348011.7636	2265.6699	
448	7623533.923	348159.9625	2306.5716		518	7623609.067	348010.9355	2263.8825	
449	7623548.066	348151.5222	2304.7923		519	7623741.945	348097.7378	2243.5796	
450	7623515.605	348147.2877	2306.403		520	7623611.334	347999.88	2262.5241	
451	7623503.018	348154.4749	2306.9636		521	7623600.427	348001.5105	2262.4383	
452	7623538.554	348135.4398	2303.4171		522	7623599.387	347995.0672	2261.4154	
453	7623503.942	348133.0731	2304.9434		523	7623608.831	347994.4708	2261.0153	
454	7623489.597	348137.6053	2305.1817		524	7623730.308	348094.0032	2246.8701	
455	7623503.944	348133.1108	2304.9848		525	7623615.853	347996.6806	2260.0516	
456	7623502.461	348123.4348	2302.7046		526	7623625.988	348003.9685	2259.2099	
457	7623478.02	348122.7086	2302.6493		527	7623715.615	348097.5971	2252.0317	
458	7623505.851	348112.4531	2299.9905		528	7623634.848	348010.6908	2258.2459	
459	7623472.773	348104.4188	2298.8258		529	7623733.383	348076.6981	2243.4575	
460	7623513.635	348087.3342	2293.903		530	7623642.061	348016.7531	2257.3765	
461	7623468.697	348085.4525	2296.9946		531	7623647.707	348019.6752	2256.2559	
462	7623508.45	348075.9865	2292.4834		532	7623741.647	348070.225	2240.1858	
463	7623471.362	348073.3992	2294.2165		533	7623657.849	348028.4349	2256.544	
464	7623522.526	348086.5718	2293.2338		534	7623753.874	348067.5472	2235.6788	
465	7623484.154	348067.6014	2291.5567		535	7623666.677	348038.6849	2257.2088	
466	7623537.213	348089.9571	2292.9017		536	7623674.67	348049.9039	2256.0001	
467	7623503.626	348061.3288	2289.342		537	7623752.232	348054.3896	2233.9973	
468	7623556.945	348098.9534	2292.4675		538	7623682.881	348062.2625	2255.0544	
469	7623529.88	348055.4038	2285.3507		539	7623740.207	348060.1844	2239.0328	
470	7623565.059	348093.0029	2289.9394		540	7623728.804	348062.8633	2242.7625	
471	7623556.195	348078.4334	2287.5076		541	7623727.477	348045.9423	2240.8131	
472	7623552.486	348055.2014	2283.4442		542	7623675.838	348024.5042	2253.0962	
473	7623563.922	348086.3302	2288.3614		543	7623668.398	348034.5183	2253.0123	CARRET
474	7623566.992	348075.1005	2285.3122		544	7623735.854	348038.6127	2237.2091	
475	7623569.399	348056.9528	2281.5254		546	7623656.368	348023.8251	2254.2641	CARRET
476	7623573.715	348082.3075	2286.0599		547	7623749.304	348037.6889	2233.0431	
477	7623581.1	348072.1038	2282.447		549	7623642.447	348013.0243	2255.322	CARRET
478	7623585.006	348064.1462	2280.0856		550	7623743.408	348023.3197	2231.7575	
479	7623586.365	348087.2333	2285.7723		551	7623629.301	348002.3068	2256.4234	CARRET
480	7623595.359	348080.3051	2282.5261		552	7623632.913	347996.5957	2256.4709	CARRET
481	7623603.484	348070.7416	2278.5684		553	7623734.94	348031.3111	2236.092	
482	7623602.047	348095.5781	2286.9014		554	7623614.791	347993.079	2257.7158	CARRET
483	7623608.367	348086.7911	2283.4265		555	7623615.358	347984.2351	2257.888	CARRET
484	7623616.641	348079.2229	2279.2455		556	7623723.281	348038.6618	2240.7563	
485	7623618.986	348102.5091	2287.4987		557	7623598.942	347991.534	2259.6749	CARRET
486	7623626.041	348094.6319	2283.4119		558	7623602.087	347983.8448	2259.2276	CARRET
487	7623629.71	348088.6974	2280.1999		559	7623717.961	348021.1352	2239.3417	CARRET
488	7623637.288	348111.6226	2285.6496		560	7623597.562	348006.1379	2261.5877	CARRET
489	7623642.239	348107.2389	2282.8718		561	7623592.448	347988.9875	2260.4877	CARRET
490	7623645.779	348093.2748	2277.4532		562	7623731.718	348020.5398	2234.6303	
491	7623644.372	348121.6726	2283.6812		563	7623588.108	347994.4475	2261.278	CARRET
492	7623657.298	348107.8602	2277.3924		564	7623580.611	347986.181	2260.2339	
493	7623658.667	348087.5486	2272.0441		565	7623589.242	347999.8329	2261.3941	CARRET
494	7623659.501	348119.4352	2277.9597		566	7623593.693	348008.663	2261.7286	CARRET
495	7623666.429	348097.9694	2270.7393		567	7623603.667	348019.5535	2262.5663	CARRET
496	7623671.097	348112.8623	2272.6508		568	7623728.749	348011.157	2234.5075	
497	7623660.46	348076.5577	2270.497	CARRET	569	7623603.655	348019.6743	2262.5693	CARRET
498	7623670.548	348087.6205	2266.738		570	7623603.649	348019.659	2262.5754	CARRET
499	7623683.348	348118.2114	2268.1027		571	7623621.788	348039.0675	2264.3687	CARRET
500	7623654.167	348063.6836	2268.6633	CARRET	572	7623717.203	348011.0616	2237.5439	CARRET
501	7623670.241	348071.1685	2263.1864		573	7623627.087	348036.1488	2264.709	
502	7623698.773	348124.0443	2261.8519		574	7623627.063	348036.115	2264.6949	CARRET
503	7623647.972	348053.2737	2267.4675		575	7623714.579	347999.0245	2237.2713	CARRET

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
576	7623641.794	348059.0785	2267.2541	CARRET	648	7623578.68	348046.4568	2277.3684	
577	7623639.847	348047.8327	2266.2646	CARRET	649	7623581.235	348031.8471	2275.1227	
578	7623647.612	348068.0249	2268.4538		650	7623559.802	348005.4471	2270.6583	
579	7623696.766	347990.0457	2238.3539		651	7623589.771	348040.4427	2274.3802	
580	7623647.615	348068.0129	2268.5291	CARRET	652	7623574.455	348008.4801	2270.9504	
581	7623644.892	348076.7475	2270.3736	CARRET	653	7623581.005	348047.1089	2277.2445	
582	7623651.561	348084.165	2270.5559	CARRET	654	7623578.404	348019.2493	2274.2657	
583	7623699.526	348001.7713	2240.1402		655	7623599.838	348052.4624	2274.7792	
584	7623640.056	348084.2179	2271.317	CARRET	656	7623600.626	348041.333	2271.5435	
585	7623702.868	348014.4887	2241.1366		657	7623595.87	348028.3953	2270.6276	
586	7623623.118	348077.3176	2273.1784	CARRET	658	7623614.04	348048.3705	2270.8079	
587	7623659.379	348084.384	2269.9104		659	7623617.095	348061.231	2274.7539	
588	7623703.869	348025.5451	2242.9975		660	7623602.92	348025.5968	2268.1037	
589	7623641.468	348076.5904	2270.8977	CARRET	661	7623617.031	348064.8982	2275.0008	CARRET
590	7623628.2	348071.9577	2273.1593	CARRET	662	7623634.581	348059.3683	2270.7105	
591	7623705.314	348034.3827	2245.0308		663	7623593.725	348015.7856	2267.4445	
592	7623613.749	348064.0448	2275.2233	CARRET	664	7623632.247	348068.4623	2274.2792	
593	7623637.303	348076.5238	2271.7055	CARRET	665	7623643.417	348070.3709	2272.2506	
594	7623610.797	348070.5332	2274.5657	CARRET	666	7623634.888	348064.8249	2273.4045	
595	7623709.556	348045.6661	2245.9833		667	7623640.083	348074.896	2272.6736	
596	7623598.22	348064.168	2276.0736	CARRET	668	7623586.524	348007.4965	2266.3348	
597	7623601.324	348057.3955	2276.3936	CARRET	669	7623640.901	348067.3453	2272.5775	
598	7623712.624	348066.0449	2247.6955		670	7623627.897	348053.8982	2269.7804	
599	7623581.85	348057.6561	2277.9746	CARRET	671	7623583.598	347998.5341	2264.5865	
600	7623581.622	348051.0234	2278.4604	CARRET	672	7623611.163	348033.5776	2267.6975	
601	7623557.721	348051.1654	2280.5466	CARRET	673	7623606.812	348028.9691	2267.8969	
602	7623558.987	348044.0305	2281.2004	CARRET	674	7623585.467	347990.6558	2261.1684	
603	7623535.11	348053.3154	2282.842	CARRET	675	7623569.458	347988.2488	2261.1623	
604	7623529.448	348045.8174	2283.567	CARRET	676	7623587.379	347985.5437	2261.4347	
605	7623510.899	348055.671	2286.0428	CARRET	677	7623574.768	347984.0913	2258.8387	
606	7623509.341	348050.0201	2285.9644	CARRET	678	7623556.903	347991.2684	2260.0381	
607	7623494.55	348059.9746	2288.1549	CARRET	679	7623580.922	347975.6918	2254.7463	
608	7623493.229	348054.8224	2288.0552	CARRET	680	7623595.219	347975.2745	2253.2811	
609	7623474.018	348067.3529	2291.3989	CARRET	682	7623614.488	347973.2302	2251.3314	
610	7623471.821	348061.9924	2291.3831	CARRET	683	7623562.891	347980.64	2256.3137	
612	7623457.982	348073.3439	2293.2592		684	7623615.406	347983.9762	2257.8864	CARRET
613	7623703.452	348065.5048	2250.9829		685	7623566.893	347968.7151	2250.0967	
614	7623455.216	348080.6829	2293.9817		686	7623628.321	347993.4205	2256.8351	CARRET
616	7623694.28	348053.1133	2252.1731		687	7623580.227	347964.3706	2248.8576	
617	7623685.277	348038.393	2252.9954		688	7623637.069	347975.8329	2250.0092	
618	7623675.767	348026.146	2253.2076		689	7623596.434	347964.4131	2247.4885	
619	7623455.432	348069.2892	2292.252		690	7623638.782	348000.8304	2256.143	CARRET
620	7623447.68	348069.7893	2289.4293		691	7623610.737	347957.6407	2243.2831	
621	7623457.462	348070.9397	2292.3168		692	7623650.195	348006.4853	2255.4517	CARRET
622	7623453.287	348061.3789	2287.6011		693	7623656.663	347997.9983	2250.3192	
623	7623438.001	348062.186	2281.2505		694	7623635.219	347955.9845	2242.7095	
624	7623462.181	348067.1773	2291.9734		695	7623662.013	348005.6745	2249.8469	
625	7623447.536	348051.1376	2281.4121		696	7623660.56	348017.4237	2254.4173	CARRET
626	7623470.548	348056.1123	2287.394		697	7623652.687	347970.1222	2246.6081	
627	7623454.586	348051.2997	2282.9444		698	7623670.786	348024.9064	2253.6157	CARRET
628	7623454.895	348040.8551	2278.8473		699	7623669.608	348010.4646	2248.6358	
629	7623487.918	348049.9766	2285.6542		700	7623662.946	347988.3266	2246.6659	
630	7623462.806	348025.7758	2274.6854		701	7623675.767	348024.1249	2252.9564	
631	7623501.62	348048.483	2285.1109		702	7623682.018	348014.6011	2246.5414	
632	7623473.855	348025.1882	2276.553		703	7623673.139	347999.5435	2245.8868	
633	7623475.417	348034.2239	2280.0422		704	7623679.304	348034.6399	2252.7472	CARRET
634	7623516.954	348045.6179	2283.7141		705	7623694.768	348031.7868	2247.1245	
635	7623479.005	348046.2398	2283.9653		706	7623684.436	347989.1879	2241.7885	
636	7623531.114	348042.2878	2281.995		707	7623683.051	348030.6191	2252.9271	
637	7623498.277	348037.0842	2281.2975		708	7623689.442	348038.8442	2252.5903	
638	7623500.473	348028.126	2278.7216		709	7623696.896	347990.1766	2238.3297	
639	7623510.739	348028.6928	2278.7363		710	7623687.372	348042.6916	2252.8055	
640	7623519.538	348022.1511	2274.9499		711	7623697.419	348049.9513	2252.1117	
641	7623543.239	348041.6105	2280.9244		712	7623693.866	348053.4139	2252.1486	
642	7623531.888	348014.2537	2272.3816		713	7623703.99	348056.955	2251.1997	
643	7623553.3	348038.0014	2279.5831		714	7623699.438	348063.1622	2251.081	
644	7623543.875	348018.4796	2274.2212		715	7623691.137	347971.4238	2236.9685	
645	7623568.23	348042.9615	2278.4691		716	7623709.692	348045.7492	2245.9288	
646	7623569.562	348030.7209	2276.8501		717	7623662.613	347973.154	2244.6891	
647	7623548.278	348014.8004	2272.7193		718	7623691.751	347973.2424	2237.383	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
719	7623686.03	347959.1724	2236.2818		791	7623399.041	347859.6014	2227.1061	
720	7623674.151	347973.0174	2240.5649		792	7623387.562	347855.3319	2230.6084	
721	7623684.059	347951.1205	2234.6717		793	7623410.482	347852.0834	2226.0656	
722	7623680.308	347938.86	2231.8471		794	7623397.195	347850.3922	2228.9607	
723	7623658.853	347955.5336	2241.4656		795	7623385.776	347847.1575	2233.1294	
724	7623667.75	347946.1268	2236.0185		796	7623396.544	347839.8392	2230.1378	
725	7623672.446	347929.6457	2228.3067		797	7623377.607	347837.1867	2234.1418	
726	7623658.13	347940.1255	2235.57		798	7623396.515	347839.8856	2230.197	
727	7623648.971	347948.6856	2238.9779		799	7623406.919	347832.9706	2227.8631	
728	7623660.366	347925.8299	2229.4443		800	7623389.437	347814.8627	2234.0405	
729	7623648.991	347937.3622	2234.3522		801	7623396.148	347826.8691	2230.9323	
730	7623635.272	347942.9422	2236.525		802	7623402.197	347806.3054	2227.9644	
731	7623647.456	347924.7246	2229.317		804	7623396.623	347806.6856	2229.5545	
732	7623621.656	347946.1554	2238.1353		805	7623373.436	347804.6836	2236.0242	
733	7623632.804	347933.2266	2232.3938		806	7623400.135	347792.1877	2230.9137	
734	7623635.971	347926.534	2229.5921		807	7623389.129	347805.7215	2233.1453	
735	7623610.069	347944.5202	2237.8322		808	7623400.076	347792.103	2228.8754	
736	7623621.112	347924.1522	2227.7535		809	7623383.302	347795.5863	2233.5429	
737	7623625.187	347934.1063	2233.1411		810	7623402.719	347764.5638	2231.1106	
738	7623598.402	347945.4608	2237.9634		811	7623375.225	347795.45	2234.274	
739	7623607.527	347923.6027	2227.214		812	7623381.313	347786.8403	2233.2987	
740	7623608.129	347935.6995	2233.6179		813	7623366.324	347794.4824	2236.9119	
741	7623589.128	347944.1148	2237.56		814	7623385.883	347786.1691	2232.9578	
742	7623591.355	347935.7385	2233.6189		815	7623367.568	347781.3337	2237.3986	
743	7623593.086	347925.8638	2228.8216		816	7623386.532	347776.2096	2232.9079	
744	7623580.447	347948.5348	2238.6192		817	7623397.399	347764.4015	2232.0478	
745	7623582.667	347937.3098	2233.993		818	7623392.202	347773.8205	2232.599	
746	7623578.619	347927.924	2225.3259		819	7623368.39	347770.6132	2238.1217	
747	7623572.698	347949.5278	2237.9454		820	7623393.906	347763.5419	2232.3646	
748	7623568.17	347940.5485	2230.9259		821	7623381.398	347774.2111	2234.8427	
749	7623566.105	347929.393	2222.4099		823	7623368.426	347754.2646	2239.1722	
750	7623561.593	347951.6213	2236.3571		824	7623390.573	347761.4443	2234.9928	
751	7623553.632	347943.5818	2225.999		825	7623392.995	347744.7638	2233.0272	
752	7623555.262	347928.2346	2217.699		826	7623360.815	347742.694	2241.2946	
753	7623553.218	347953.6501	2235.8458		827	7623381.279	347748.4569	2236.4775	
754	7623530.243	347945.7445	2220.6487		828	7623382.527	347734.0354	2234.2062	
755	7623543.103	347955.1859	2232.5403		829	7623368.322	347735.6758	2238.6041	
756	7623542.674	347927.3598	2215.1868		830	7623351.474	347735.5149	2243.8955	
757	7623516.609	347945.1564	2219.3078		831	7623370.89	347724.6462	2234.7581	
758	7623534.833	347956.4957	2229.0803		832	7623356.748	347725.2258	2239.968	
759	7623525.662	347939.2797	2217.3345		833	7623337.762	347724.7922	2247.7308	
760	7623525.647	347922.8435	2213.5376		834	7623347.274	347719.7509	2241.1769	
761	7623511.775	347931.9827	2215.422		835	7623357.41	347714.8155	2233.9426	
762	7623509.494	347918.132	2212.5632		836	7623331.852	347714.6531	2247.3672	
763	7623495.506	347928.3443	2213.9723		837	7623325.705	347709.352	2248.1783	
764	7623513.24	347952.3688	2221.5967		838	7623337.017	347711.4097	2242.4881	
765	7623468.726	347930.1453	2213.5171		839	7623346.577	347701.179	2231.423	
766	7623495.4	347947.0305	2219.3266		840	7623317.369	347702.2361	2248.6865	
767	7623495.628	347912.1442	2211.4		841	7623328.636	347699.1982	2240.3166	
768	7623454.115	347924.9077	2213.2055		842	7623338.21	347689.1254	2229.8676	
769	7623438.322	347906.6272	2209.5324		843	7623308.644	347693.7581	2245.5947	
770	7623462.003	347943.961	2216.0174		844	7623321.153	347690.6228	2238.5039	
771	7623455.617	347910.4457	2210.5836		845	7623328.583	347669.8289	2224.7075	
772	7623458.157	347899.5117	2208.8507		846	7623314.066	347678.6686	2236.2651	
773	7623436.344	347903.2169	2209.225		847	7623303.343	347683.7651	2244.0053	
774	7623485.001	347895.1098	2208.6121		848	7623319.585	347651.5585	2222.324	
775	7623484.23	347872.8855	2213.4986		849	7623305.51	347666.4216	2233.8096	
776	7623453.027	347875.9259	2218.4401		850	7623296.246	347671.9272	2241.5328	
777	7623444.101	347880.4663	2218.6215		851	7623301.77	347657.5891	2232.7625	
778	7623476.991	347871.9678	2217.2147		852	7623293.628	347661.3962	2238.9469	
779	7623433.545	347879.0155	2219.0554		853	7623314.825	347638.2835	2221.0964	
781	7623429.022	347876.5446	2219.4663	CARRET	854	7623299.997	347646.0231	2229.3471	
782	7623419.557	347869.6729	2221.1512		855	7623289.683	347649.6873	2236.3276	
784	7623439.604	347868.3641	2217.7742	CARRET	856	7623311.511	347620.7453	2219.6051	
785	7623419.66	347869.3405	2221.1933		857	7623295.018	347633.7949	2228.1069	
786	7623430.373	347867.2599	2219.4372	CARRET	858	7623285.736	347640.673	2235.2191	
787	7623425.349	347864.5953	2220.3605	CARRET	859	7623313.245	347600.5068	2217.2539	
788	7623416.637	347861.9089	2221.7945		860	7623280.993	347627.0049	2233.331	
789	7623413.488	347866.9462	2223.1163		861	7623289.815	347620.5234	2227.6042	
790	7623383.336	347868.8695	2227.5716		862	7623279.619	347616.7918	2230.6512	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
863	7623293.024	347605.5233	2223.0832		934	7623403.882	347437.6861	2241.3484	
864	7623280.391	347607.506	2227.3668		935	7623403.726	347419.9419	2229.8966	
865	7623317.413	347578.6028	2217.9568		936	7623419.336	347411.1705	2221.7995	
866	7623288.058	347587.3072	2221.4911		937	7623391.196	347432.1376	2239.7522	
867	7623279.706	347595.8272	2225.9733		938	7623391.387	347408.6882	2229.696	
868	7623292.986	347578.4361	2224.4444		939	7623408.751	347396.7386	2221.1335	
869	7623279.912	347581.2767	2227.9314		940	7623377.711	347418.071	2238.134	
870	7623307.619	347560.9978	2224.5319		941	7623377.517	347399.4334	2230.7921	
871	7623286.397	347571.8017	2231.2622		942	7623392.392	347394.0785	2224.5955	
872	7623324.816	347557.9733	2220.0211		943	7623362.844	347405.8176	2238.0339	
873	7623289.119	347561.1067	2232.4513		944	7623362.939	347390.8548	2232.0467	
874	7623315.203	347549.3229	2227.0849		945	7623371.074	347372.7175	2225.255	
875	7623300.71	347551.3163	2230.8748		946	7623351.017	347399.8534	2238.4487	
876	7623335.011	347549.2776	2220.8687		947	7623348.346	347378.8352	2231.9146	
877	7623324.04	347535.9834	2233.8367		948	7623357.537	347360.0551	2224.1832	
878	7623333.707	347529.078	2237.7231		949	7623334.366	347389.0777	2238.2912	
879	7623325.035	347543.0176	2228.7938		950	7623331.078	347371.4907	2233.3653	
880	7623347.732	347520.1672	2240.5286		951	7623340.955	347350.1206	2223.3891	
881	7623333.589	347535.7957	2232.357		952	7623307.429	347374.4738	2239.077	
882	7623354.428	347516.6172	2242.1236		953	7623309.082	347363.3968	2234.5328	
883	7623351.121	347527.457	2234.8608		954	7623319.123	347339.35	2223.8724	
884	7623365.908	347509.9936	2247.5905		955	7623291.873	347366.7376	2239.5371	
885	7623361.672	347525.0725	2235.0077		956	7623294.203	347350.2738	2224.5652	
886	7623340.658	347552.0941	2215.8005	CARRET	957	7623296.236	347330.4937	2223.5099	
887	7623374.859	347502.2421	2251.7576		958	7623281.096	347359.0179	2238.5556	
888	7623349.625	347555.5081	2215.9097	CARRET	959	7623277.224	347341.2749	2231.8526	
889	7623374.255	347524.6259	2234.3713		960	7623278.191	347328.4952	2224.9286	
890	7623390.709	347491.9248	2254.5923		961	7623265.592	347352.6208	2238.1127	
891	7623369.119	347549.0932	2216.6116	CARRET	962	7623260.279	347339.9963	2232.8354	
892	7623382.857	347520.6484	2235.0354		963	7623249.985	347350.3299	2238.3387	
893	7623370.864	347542.7063	2216.6925	CARRET	964	7623061.053	347309.7615	2234.8162	
894	7623401.282	347482.8959	2254.5482		965	7623106.41	347296.4229	2230.8577	
895	7623386.833	347530.8731	2228.3952		966	7623117.168	347300.1307	2225.2649	CARRET
896	7623393.241	347541.7925	2217.7543	CARRET	967	7623066.023	347296.9896	2240.6296	
897	7623404.316	347533.309	2224.0712		968	7623112.732	347292.527	2233.3755	
898	7623395.076	347547.7473	2218.081	CARRET	969	7623125.423	347303.7463	2225.3525	CARRET
899	7623413.637	347544.5612	2218.5807	CARRET	970	7623079.158	347288.1463	2243.2448	
900	7623403.341	347518.2149	2233.0315		971	7623118.562	347290.9719	2234.0437	
902	7623424.342	347526.6004	2217.7022	CARRET	972	7623143.086	347300.049	2226.6347	CARRET
903	7623428.946	347528.1397	2217.8122	CARRET	973	7623094.134	347281.4771	2245.5428	
904	7623412.518	347505.3789	2234.0648		974	7623126.863	347287.1185	2235.462	
905	7623438.078	347510.1965	2216.8546	CARRET	975	7623143.364	347292.9516	2226.3079	CARRET
906	7623418.559	347521.3381	2224.6947		976	7623111.803	347271.0411	2247.6866	
907	7623433.17	347507.1689	2216.6329	CARRET	977	7623141.951	347286.7302	2233.3565	
908	7623423.71	347511.3466	2224.9842		978	7623143.367	347292.9952	2226.3343	CARRET
909	7623438.6	347489.6792	2215.6624	CARRET	979	7623163.326	347288.8986	2227.4274	CARRET
910	7623444.264	347491.363	2215.9232	CARRET	980	7623153.338	347283.3095	2234.1553	
911	7623421.696	347498.5231	2227.7033		981	7623133.246	347266.6916	2251.4791	
912	7623446.363	347475.4402	2215.345	CARRET	982	7623166.167	347294.0651	2227.4495	CARRET
913	7623430.401	347502.2911	2221.9884		983	7623169	347281.1643	2234.506	
914	7623441.431	347474.3806	2215.409	CARRET	984	7623187.188	347289.7639	2228.8042	CARRET
915	7623401.2	347511.5513	2237.7276		985	7623147.741	347259.2623	2252.4334	
916	7623434.18	347481.7746	2222.6148		986	7623182.665	347279.1855	2233.4579	
917	7623445.863	347460.3881	2215.3562	CARRET	987	7623186.883	347283.279	2228.8251	CARRET
918	7623406.083	347506.5698	2237.391		988	7623164.692	347249.9714	2251.8308	
919	7623428.43	347476.8295	2228.9245		989	7623195.121	347272.1127	2238.0551	
920	7623441.827	347441.3512	2215.3429	CARRET	990	7623208.278	347276.741	2230.9489	CARRET
921	7623434.848	347441.4598	2215.755	CARRET	991	7623212.811	347282.0428	2231.0642	CARRET
922	7623419.257	347467.4705	2238.8141		992	7623208.314	347269.9586	2236.6267	
923	7623412.358	347481.131	2239.3988		993	7623183.242	347251.3387	2250.0396	
924	7623434.383	347462.2916	2226.2567		994	7623229.715	347275.9849	2232.592	CARRET
925	7623434.77	347454.5339	2222.8846		995	7623216.881	347261.5486	2240.4184	
926	7623428.381	347439.4037	2224.3054		996	7623231.618	347267.2077	2233.0405	CARRET
927	7623413.555	347492.9796	2241.0056		997	7623225.066	347263.6562	2237.2246	
928	7623419.509	347447.3357	2236.8874		998	7623247.26	347255.0072	2234.5115	CARRET
929	7623429.04	347420.3686	2216.9085	CARRET	999	7623237.808	347256.2759	2237.3909	
930	7623419.756	347455.0182	2240.5748		1000	7623253.255	347260.5648	2234.7925	CARRET
931	7623420.75	347404.2101	2217.6273	CARRET	1001	7623201.892	347244.2504	2249.3991	
932	7623426.393	347401.4962	2217.7338	CARRET	1002	7623249.218	347248.2414	2237.9396	
933	7623405.208	347428.8606	2232.737		1003	7623263.037	347246.7227	2236.2682	CARRET

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1004	7623210.252	347253.3521	2245.0801		1076	7623445.31	347482.2615	2215.5237	CARRET
1005	7623253.643	347245.1339	2237.8817		1077	7623435.982	347500.6067	2216.1933	CARRET
1006	7623263.069	347246.7831	2236.2128	CARRET	1078	7623456.157	347516.323	2202.8449	
1007	7623257.099	347243.1577	2236.1868	CARRET	1079	7623440.87	347502.7069	2216.4977	CARRET
1008	7623233.004	347239.036	2242.9256		1080	7623425.928	347523.5813	2217.5295	CARRET
1009	7623201.612	347285.1425	2230.1528	BM5	1082	7623450.979	347529.6993	2200.9226	
1010	7623181.381	347284.8304	2228.6703	B	1083	7623440.093	347535.3291	2207.0753	
1011	7623264.438	347280.4711	2223.7634		1084	7623414.491	347536.2932	2217.9413	CARRET
1012	7623253.314	347286.4512	2222.0515		1085	7623429.255	347551.2026	2206.9836	
1013	7623273.234	347300.4063	2213.28		1086	7623434.603	347554.6726	2200.9427	
1014	7623243.853	347290.8658	2221.9698		1087	7623418.803	347542.0419	2218.6671	CARRET
1015	7623267.465	347269.4083	2229.9257		1088	7623429.257	347551.1941	2207.0118	
1016	7623255.345	347297.3057	2217.1351		1089	7623430.957	347560.1186	2201.7646	
1017	7623233.736	347296.8635	2221.1115		1090	7623424.469	347559.6393	2207.2733	
1018	7623247.409	347278.9645	2227.1968		1091	7623412.698	347571.7136	2202.1767	
1019	7623223.431	347298.524	2220.7386		1092	7623339.209	347561.0966	2215.7026	CARRET
1020	7623221.997	347287.4657	2226.4908		1093	7623333.466	347558.9867	2215.6491	CARRET
1021	7623203.386	347300.8559	2219.6842		1094	7623409.55	347579.7205	2202.2595	
1022	7623199.761	347292.4581	2225.1796		1095	7623327.248	347566.9903	2215.6349	
1023	7623188.057	347293.5715	2226.6374		1096	7623327.262	347566.9918	2215.6823	CARRET
1024	7623300.508	347314.3498	2216.8308		1097	7623321.385	347577.6486	2215.9069	CARRET
1025	7623319.65	347313.865	2214.1741		1098	7623327.78	347578.8071	2215.9333	CARRET
1026	7623328.061	347318.3393	2213.9965		1099	7623390.995	347573.8836	2205.6571	
1027	7623335.237	347320.0441	2213.0709		1100	7623379.722	347584.5076	2206.4306	
1028	7623355.307	347325.5376	2212.0004		1101	7623319.638	347603.6766	2216.2196	CARRET
1029	7623346.982	347314.0327	2207.6513		1102	7623314.774	347604.285	2216.1849	CARRET
1030	7623368.299	347329.2152	2211.8138		1103	7623358.475	347579.245	2209.1153	
1031	7623368.565	347317.3845	2206.7128		1104	7623313.669	347610.3391	2216.4753	CARRET
1032	7623368.291	347329.1546	2211.8146		1105	7623377.489	347592.6093	2207.519	
1033	7623389.114	347320.5195	2206.5984		1106	7623316.205	347626.7574	2217.1698	CARRET
1034	7623386.984	347345.0008	2214.5652		1107	7623373.937	347604.7857	2207.3216	
1035	7623408.135	347329.2841	2206.7437		1108	7623371.358	347625.115	2206.6548	
1036	7623400.743	347347.7854	2213.2131		1109	7623340.467	347601.9956	2211.6508	
1037	7623423.658	347339.055	2207.3561		1110	7623368.048	347636.6511	2206.7324	
1038	7623416.614	347360.0107	2213.4482		1111	7623337.739	347614.3622	2211.1182	
1039	7623440.433	347350.9892	2208.9203		1112	7623340.025	347623.0452	2210.5803	
1040	7623421.739	347373.6348	2213.7402		1113	7623323.617	347629.4577	2217.4484	CARRET
1041	7623445.24	347356.2483	2209.3244		1114	7623342.186	347652.9238	2213.5657	
1042	7623445.086	347369.2225	2207.1258		1115	7623372.464	347652.0828	2206.3106	
1043	7623426.749	347384.1443	2213.6977		1116	7623319.534	347640.1216	2217.9164	CARRET
1044	7623445.917	347378.0375	2207.1951		1117	7623354.111	347673.2756	2215.643	
1045	7623434.624	347397.3947	2212.2322		1118	7623327.227	347639.2671	2218.3323	CARRET
1046	7623292.841	347324.4501	2219.6221	CARRET	1119	7623326.469	347656.4421	2219.3394	CARRET
1047	7623295.943	347318.2915	2219.5937	CARRET	1120	7623389.904	347670.153	2206.0899	
1048	7623320.177	347332.6683	2219.2944	CARRET	1121	7623386.942	347684.7173	2208.8308	
1049	7623326.287	347327.9751	2219.3392	CARRET	1122	7623332.396	347655.2303	2219.4023	CARRET
1050	7623342.089	347345.1432	2220.0862	CARRET	1123	7623402.418	347679.4192	2205.4432	
1051	7623348.056	347341.0255	2219.9909	CARRET	1124	7623338.025	347675.9844	2221.6893	CARRET
1052	7623368.237	347361.2768	2221.2421	CARRET	1125	7623409.64	347700.3526	2207.5558	
1053	7623376.754	347356.2352	2220.9279	CARRET	1126	7623429.839	347690.2554	2205.309	
1054	7623394.863	347379.6992	2219.4997	CARRET	1127	7623344.671	347675.5375	2222.1971	CARRET
1055	7623401.867	347371.7533	2219.7324	CARRET	1128	7623419.482	347704.6561	2205.7497	
1056	7623415.572	347398.3843	2218.0215	CARRET	1129	7623352.265	347698.2803	2225.2991	CARRET
1057	7623420.618	347394.7447	2218.0508	CARRET	1130	7623357.898	347696.7615	2225.4444	CARRET
1059	7623435.061	347416.9972	2216.9938	CARRET	1131	7623442.653	347703.0189	2205.5547	
1060	7623448.188	347399.4234	2207.3881		1132	7623430.994	347716.5514	2206.2079	
1061	7623436.689	347408.6065	2214.4183		1133	7623367.118	347714.5589	2227.7893	CARRET
1062	7623460.171	347408.7504	2202.8216		1134	7623372.163	347711.6372	2227.8943	CARRET
1063	7623433.506	347433.4832	2215.8642	CARRET	1135	7623442.26	347721.875	2205.9601	
1064	7623462.737	347421.401	2203.2062		1136	7623381.89	347726.118	2229.2063	CARRET
1065	7623439.5	347434.9248	2215.716	CARRET	1137	7623388.851	347723.3681	2229.6058	CARRET
1066	7623463.266	347437.3799	2203.6585		1138	7623395.712	347738.6614	2229.9899	CARRET
1067	7623436.745	347445.05	2215.2681	CARRET	1139	7623405.557	347734.6244	2229.9878	CARRET
1068	7623443.745	347429.4409	2212.2134		1140	7623405.53	347759.8649	2228.7078	CARRET
1069	7623442.299	347443.9526	2215.4942	CARRET	1141	7623413.977	347758.2505	2229.0985	CARRET
1070	7623463.669	347470.8721	2204.4903		1142	7623464.767	347773.4472	2212.4373	
1071	7623439.919	347458.4183	2215.0504	CARRET	1143	7623478.931	347788.4501	2212.2288	
1072	7623464.535	347479.0064	2204.2122		1144	7623441.601	347758.0875	2217.7277	
1074	7623439.057	347482.1387	2215.6491	CARRET	1145	7623476.12	347802.3272	2213.6319	
1075	7623467.428	347501.1501	2201.3307		1146	7623433.747	347747.5719	2220.1447	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1147	7623404.623	347772.2171	2227.8909	CARRET	1217	7623296.094	347115.5127	2235.9503	
1148	7623475.486	347812.5799	2214.2371		1218	7623276.296	347105.6491	2244.5493	
1149	7623432.519	347771.2285	2220.6536		1219	7623256.736	347085.9092	2254.3461	
1150	7623411.931	347773.143	2227.9381	CARRET	1220	7623299.366	347117.4965	2233.2971	CARRET
1151	7623467.087	347818.9917	2215.6469		1221	7623272.008	347074.4659	2251.3377	
1152	7623437.724	347792.1197	2219.5554		1222	7623286.276	347092.622	2243.732	
1153	7623404.104	347797.7513	2226.401	CARRET	1223	7623312.886	347099.9274	2232.6995	CARRET
1154	7623411.947	347796.5021	2226.3979	CARRET	1224	7623284.555	347064.5568	2249.6418	
1155	7623437.941	347808.1586	2220.0507		1225	7623298.566	347079.4233	2242.6814	
1156	7623473.542	347826.1507	2215.5729		1226	7623310.076	347095.043	2235.6308	
1157	7623439.478	347823.2366	2220.1583		1227	7623296.167	347053.633	2247.344	
1158	7623408.617	347821.3334	2224.875	CARRET	1228	7623310.76	347063.9577	2241.6039	
1159	7623475.129	347837.4095	2215.9479		1229	7623320.53	347077.5694	2235.8957	
1160	7623439.625	347841.2244	2221.3277		1230	7623301.657	347046.0716	2246.6019	
1161	7623414.298	347819.5713	2225.1856	CARRET	1231	7623325.849	347078.132	2232.0889	CARRET
1162	7623410.989	347830.3756	2224.3898	CARRET	1232	7623317.482	347045.6862	2241.4578	
1163	7623478.337	347846.7124	2216.4162		1233	7623341.917	347057.8438	2230.7282	CARRET
1164	7623448.542	347851.9957	2220.1441		1234	7623309.04	347034.8743	2245.4999	
1165	7623412.511	347844.3942	2223.6893	CARRET	1235	7623327.515	347031.2036	2239.3168	
1166	7623491.92	347846.4591	2215.0999		1236	7623340.394	347053.0977	2233.4644	
1167	7623413.951	347855.7485	2222.4443		1237	7623313.662	347023.9081	2245.1069	
1168	7623474.342	347855.9522	2217.357		1238	7623347.755	347029.4225	2232.8704	
1169	7623428.885	347863.3335	2221.4524		1239	7623332.39	347018.0177	2238.5426	
1170	7623504.165	347853.01	2213.6695		1240	7623320.059	347007.7612	2244.1752	
1171	7623425.628	347857.8725	2223.7247		1241	7623351.018	347030.495	2229.8116	CARRET
1172	7623468.07	347857.3541	2217.6569		1242	7623324.127	346996.012	2243.9238	
1173	7623424.029	347850.31	2224.9079		1243	7623336.405	347001.8979	2232.9355	
1174	7623518.975	347862.4124	2211.4147		1244	7623357.294	347011.1411	2228.9368	CARRET
1175	7623425.381	347841.9279	2226.6397		1245	7623355.552	347003.7269	2231.9449	
1176	7623420.932	347830.1377	2226.8251		1246	7623328.999	346984.9854	2243.5986	
1177	7623518.241	347839.947	2212.5865		1247	7623344.66	346983.1227	2237.1385	
1178	7623533.868	347860.5459	2210.4331		1248	7623360.9	346988.5941	2231.4388	
1179	7623418.944	347820.6977	2226.5219		1249	7623333.239	346973.5298	2243.4174	
1180	7623538.399	347849.5407	2210.7783		1250	7623350.344	346970.9853	2236.7097	
1181	7623538.987	347867.2918	2210.2475		1251	7623367.018	346985.8118	2227.9755	CARRET
1182	7623554.944	347859.1649	2209.664		1252	7623337.851	346960.4439	2242.7261	
1183	7623418.745	347806.5622	2224.463		1253	7623359.398	346960.9346	2235.4325	
1184	7623417.16	347793.3195	2224.9551		1254	7623343.249	346948.3496	2242.6539	
1185	7623415.484	347775.4822	2225.7749		1255	7623376.123	346969.5525	2226.7826	CARRET
1186	7623438.98	347865.092	2220.1034		1256	7623349.311	346942.4011	2241.447	
1187	7623457.903	347860.4928	2218.5377		1257	7623372.029	346969.4113	2230.6675	
1188	7623473.534	347872.9286	2217.5453	BM6	1258	7623358.542	346932.952	2240.8147	
1189	7623464.129	347875.2936	2217.8161	B	1259	7623380.796	346955.6703	2230.2397	
1190	7623209.892	347231.3406	2246.847		1260	7623388.314	346951.6946	2225.9637	CARRET
1191	7623230.119	347232.7392	2243.4719		1261	7623372.05	346921.1452	2240.3599	
1192	7623251.485	347241.3605	2239.6913		1262	7623388.389	346944.4731	2230.0176	
1193	7623198.391	347210.3397	2244.3028		1263	7623372.035	346921.1306	2240.3112	
1194	7623222.32	347222.7069	2242.3806		1264	7623400.536	346937.5358	2225.0577	CARRET
1195	7623242.056	347225.8953	2239.7932		1265	7623378.251	346911.259	2240.4967	
1196	7623201.624	347188.6011	2248.6357		1266	7623386.271	346931.2584	2233.5051	
1197	7623218.819	347207.7561	2242.3065		1267	7623395.06	346916.4722	2233.3757	
1198	7623240.336	347215.9974	2238.3268		1268	7623384.276	346903.4821	2239.0928	
1199	7623202.947	347173.7118	2251.9936		1269	7623407.794	346926.6474	2224.3969	CARRET
1200	7623224.203	347186.5775	2245.6399		1270	7623407.638	346918.3847	2227.1448	
1201	7623244.249	347194.3303	2239.5432		1271	7623391.714	346893.3135	2238.2576	
1202	7623209.796	347159.7031	2253.6352		1272	7623406.609	346898.8774	2230.407	
1203	7623233.361	347173.3292	2245.8402		1273	7623398.259	346882.9032	2238.8145	
1204	7623249.841	347194.2751	2238.196		1274	7623418.927	346905.9701	2222.5214	CARRET
1205	7623218.081	347147.1893	2253.9251		1275	7623416.958	346900.6234	2226.0911	
1206	7623239.84	347154.2141	2246.2933		1276	7623408.579	346871.6737	2241.028	
1207	7623260.19	347172.7708	2236.7934	CARRET	1277	7623421.434	346886.562	2230.1239	
1208	7623257.988	347168.449	2239.2452		1278	7623432.455	346895.0799	2221.5885	CARRET
1209	7623225.965	347129.8327	2253.5522		1279	7623421.827	346865.3947	2241.9546	
1210	7623248.166	347138.3657	2245.7253		1280	7623448.797	346886.6052	2220.6536	CARRET
1211	7623266.889	347150.6273	2237.975		1281	7623434.5	346890.8405	2224.494	
1212	7623270.751	347150.4243	2234.9891	CARRET	1282	7623431.452	346858.6238	2243.6446	
1213	7623235.17	347116.3454	2253.9569		1283	7623451.204	346881.3829	2224.3561	
1214	7623284.491	347133.7805	2234.0812	CARRET	1284	7623463.141	346880.0459	2219.2547	CARRET
1215	7623264.757	347116.309	2245.3099		1285	7623440.974	346853.9429	2244.652	
1216	7623243.964	347099.9906	2255.3284		1286	7623466.031	346873.4135	2223.659	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1287	7623480.13	346869.2487	2218.2957	CARRET	1357	7623386.275	347007.161	2220.458	
1288	7623458	346851.4299	2239.3712		1358	7623407.919	347020.5267	2213.2514	
1289	7623474.472	346868.2641	2222.7226		1359	7623368.519	346997.3255	2228.2425	CARRET
1290	7623494.277	346858.0137	2217.4381	CARRET	1360	7623385.431	347020.5345	2219.7596	
1291	7623466.57	346843.0608	2237.2571		1361	7623399.109	347033.4708	2214.4553	
1292	7623485.18	346859.826	2222.8406		1362	7623362.437	347015.7866	2229.2812	CARRET
1293	7623476.21	346838.3912	2235.0421		1363	7623377.422	347037.4788	2221.5791	
1294	7623495.655	346850.2642	2223.3396		1364	7623390.462	347047.8426	2216.6888	
1295	7623485.42	346834.4674	2231.8553		1365	7623358.71	347034.5846	2229.7809	CARRET
1296	7623504.733	346847.6318	2220.9667		1366	7623371.513	347053.9243	2223.4663	
1297	7623508.86	346852.2307	2216.6767	CARRET	1367	7623382.134	347066.4911	2217.5855	
1298	7623491.173	346830.6559	2229.0636		1368	7623356.032	347052.3163	2230.8142	CARRET
1299	7623512.464	346845.7613	2221.4944		1369	7623366.922	347080.0253	2219.0036	
1300	7623500.074	346822.2817	2227.8035		1370	7623359.403	347074.3309	2223.6525	
1301	7623528.298	346843.8404	2221.4142		1371	7623347.287	347065.424	2231.3124	CARRET
1302	7623532.82	346848.6495	2215.1532	CARRET	1372	7623348.178	347085.9027	2224.9369	
1303	7623507.648	346825.8798	2226.6374		1373	7623339.594	347073.6698	2231.5038	CARRET
1304	7623537.449	346842.7336	2219.0842		1374	7623340.37	347092.1868	2225.8956	
1305	7623546.674	346841.3526	2213.7617	CARRET	1375	7623329.438	347086.5281	2232.417	CARRET
1306	7623543.783	346839.55	2217.018		1376	7623331.007	347099.9457	2226.8997	
1307	7623521.778	346834.3538	2223.8094		1377	7623356.265	347088.8485	2220.1933	
1308	7623544.533	346822.9263	2212.4945		1378	7623321.72	347096.6646	2232.6881	CARRET
1309	7623521.474	346837.8152	2224.0347	BM4	1379	7623342.351	347097.6966	2232.2043	
1310	7623526.949	346836.192	2223.6114	B	1380	7623330.439	347111.8156	2224.7165	
1311	7623566.45	346834.5495	2209.4946		1381	7623312.845	347110.5639	2233.3372	CARRET
1312	7623582.664	346841.4097	2205.0138		1382	7623318.427	347112.4491	2230.1645	
1313	7623552.166	346845.5075	2214.4206	CARRET	1383	7623328.592	347122.2226	2232.7904	
1314	7623563.231	346849.9913	2209.0316		1384	7623319.638	347132.2313	2224.8051	
1315	7623576.328	346858.7557	2203.5905		1385	7623308.378	347124.1017	2231.4328	
1316	7623546.871	346849.9909	2214.8678	CARRET	1386	7623303.321	347123.2888	2233.5278	CARRET
1317	7623553.859	346856.322	2209.1721		1387	7623302.267	347131.0944	2231.783	
1318	7623553.07	346862.9884	2200.0869		1388	7623295.111	347132.7814	2233.9463	CARRET
1319	7623539.929	346852.2267	2215.1942	CARRET	1389	7623296.668	347139.6666	2231.6171	
1320	7623530.86	346853.7164	2215.5146	CARRET	1390	7623289.997	347138.5146	2234.2494	CARRET
1321	7623520.108	346856.0505	2216.0892	CARRET	1391	7623310.663	347134.0253	2227.7683	
1322	7623507.9	346859.3459	2216.8629	CARRET	1392	7623289.287	347148.685	2231.4199	
1323	7623502.595	346861.2218	2217.3103	CARRET	1393	7623278.762	347149.1223	2235.0921	CARRET
1324	7623498.935	346870.3053	2211.9258		1394	7623286.774	347160.4161	2231.8799	
1325	7623487.099	346869.3595	2218.0394	CARRET	1395	7623301.619	347144.504	2229.3072	
1326	7623489.347	346886.1502	2210.644		1396	7623283.637	347168.3483	2231.7475	
1327	7623487.095	346869.3331	2218.2028	CARRET	1397	7623272.265	347160.2739	2235.6689	CARRET
1328	7623478.311	346877.8356	2218.4696	CARRET	1398	7623281.978	347175.9485	2231.402	
1329	7623483.166	346897.329	2208.4639		1399	7623266.69	347175.5881	2237.1192	CARRET
1330	7623507.206	346909.3871	2194.0331		1400	7623276.835	347188.5068	2232.1051	
1331	7623475.393	346907.7947	2208.2913		1401	7623265.216	347188.3794	2237.9504	
1332	7623466.848	346885.0653	2219.3105	CARRET	1403	7623266.231	347183.8761	2237.6167	
1333	7623495.76	346928.8009	2194.0902		1404	7623450.589	347866.4401	2216.2089	CARRET
1334	7623465.213	346915.3698	2208.6252		1405	7623454.173	347870.6196	2216.1484	CARRET
1335	7623449.915	346892.7494	2220.4035	CARRET	1406	7623466.842	347861.4026	2214.0898	CARRET
1336	7623481.764	346955.2122	2195.1316		1407	7623470.276	347866.05	2213.7774	CARRET
1337	7623450.498	346924.5614	2209.7379		1408	7623475.343	347859.0981	2213.3071	CARRET
1338	7623436.115	346900.4925	2221.4989	CARRET	1409	7623475.067	347864.6275	2213.1792	CARRET
1339	7623463.937	346968.3016	2196.0992		1410	7623489.223	347863.0263	2212.0774	CARRET
1340	7623438.986	346937.7138	2210.5925		1411	7623485.467	347866.9652	2211.7034	CARRET
1341	7623420.945	346913.1937	2222.9646	CARRET	1412	7623493.148	347862.2818	2213.8172	
1342	7623460.8	346981.1216	2195.7466		1413	7623487.694	347874.4425	2210.6402	CARRET
1343	7623430.162	346949.5374	2211.2494		1414	7623501.034	347863.8487	2212.8509	
1344	7623412.178	346929.7942	2224.5038	CARRET	1415	7623491.935	347881.9375	2209.5947	CARRET
1345	7623415.376	346961.638	2215.1133		1416	7623469.803	347887.0747	2209.1819	
1346	7623401.466	346946.5716	2225.6107	CARRET	1417	7623465.912	347886.0485	2209.8444	
1347	7623410.427	346972.1768	2215.5701		1418	7623461.864	347895.9795	2208.8778	
1348	7623455.582	346999.3495	2196.3957		1419	7623490.69	347901.4609	2209.0551	CARRET
1349	7623406.816	346982.0362	2215.7705		1420	7623484.622	347880.5122	2209.9398	CARRET
1350	7623391.326	346958.2239	2226.1266	CARRET	1421	7623475.488	347887.074	2209.063	
1351	7623396.272	346984.0694	2218.5356		1422	7623495.949	347885.2299	2207.6387	
1352	7623420.876	347000.2299	2209.9515		1423	7623464.749	347885.8903	2209.5583	
1353	7623381.737	346971.0885	2226.8696	CARRET	1424	7623521.538	347878.1284	2207.3059	
1354	7623390.241	346992.8316	2219.6422		1425	7623445.005	347890.5473	2210.1422	
1355	7623414.248	347010.4581	2211.9577		1426	7623531.549	347886.1952	2207.2457	
1356	7623373.997	346983.9322	2227.7841	CARRET	1427	7623425.545	347889.707	2210.1759	



N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1428	7623501.888	347898.6211	2207.5781		1500	7623286.956	347238.5665	2235.7473	
1429	7623082.798	347335.9882	2231.7046		1501	7623315.417	347233.9975	2234.7994	
1430	7623096.825	347320.9856	2225.6748		1502	7623292.181	347232.4158	2235.545	
1431	7623110.463	347313.3452	2224.806	CARRET	1503	7623252.018	347204.2384	2238.4267	
1432	7623096.64	347339.9204	2235.3408		1504	7623262.442	347198.5129	2236.8093	CARRET
1433	7623109.264	347330.4051	2230.8793		1505	7623276.114	347196.3434	2233.6777	
1434	7623119.938	347308.8671	2224.4705	CARRET	1506	7623843.418	346092.4926	2285.5581	BM3
1435	7623107.039	347341.6238	2237.8727		1507	7623839.388	346096.3974	2284.4285	B
1436	7623118.951	347332.7921	2233.2727		1508	7623258.283	347214.2681	2236.0283	CARRET
1437	7623126.999	347333.9252	2234.0465		1509	7623274.05	347210.468	2234.5496	
1438	7623122.161	347344.7214	2240.1823		1510	7623282.758	347201.6073	2231.8189	
1439	7623136.776	347323.1495	2226.0059	CARRET	1511	7623286.958	347210.5031	2230.7769	
1440	7623144.292	347337.3543	2237.8662		1512	7623300.916	347204.8748	2231.1603	
1441	7623134.779	347347.2135	2242.6615		1513	7623306.659	347216.7778	2234.8326	
1442	7623150.732	347322.3783	2225.9205	CARRET	1514	7623289.439	347219.0574	2233.6896	
1443	7623150.937	347347.8945	2243.7803		1515	7623278.886	347220.0519	2233.6693	
1444	7623163.154	347342.7286	2240.005		1516	7623499.145	346179.8233	2177.9331	
1445	7623153.839	347317.0726	2225.9921	CARRET	1517	7623508.185	346190.2848	2175.9316	
1446	7623164.496	347352.8125	2245.7674		1518	7623491.424	346184.3507	2179.4398	
1447	7623177.523	347344.3107	2240.1866		1519	7623491.402	346206.6822	2173.6052	
1448	7623165.971	347316.9084	2225.744	CARRET	1520	7623478.075	346185.9696	2179.3988	
1449	7623178.626	347356.4108	2246.4711		1521	7623475.47	346214.0011	2173.8863	
1450	7623192.088	347343.7979	2238.8295		1522	7623466.954	346184.3821	2179.8012	
1451	7623171.249	347323.3805	2225.7769	CARRET	1523	7623452.275	346219.8379	2173.8356	
1452	7623176.789	347318.3894	2225.2529	CARRET	1524	7623479.816	346168.0625	2181.0286	CARRET
1453	7623189.264	347360.8316	2247.9194		1525	7623487.208	346170.5455	2180.4734	
1454	7623190.164	347322.4479	2224.5643	CARRET	1526	7623471.147	346174.4509	2181.5351	CARRET
1455	7623191.628	347317.1099	2224.4726	CARRET	1527	7623471.89	346179.2342	2181.3607	CARRET
1456	7623205.561	347364.0011	2247.3319		1528	7623455.844	346196.3483	2177.2335	
1457	7623208.314	347344.583	2238.2751		1529	7623448.635	346177.6328	2183.0749	CARRET
1458	7623204.001	347322.0608	2223.3747	CARRET	1530	7623438.514	346205.3992	2177.0761	
1459	7623204.236	347316.5073	2223.5164	CARRET	1531	7623437.657	346223.1754	2174.8578	
1460	7623217.836	347366.4149	2246.7897		1532	7623446.875	346182.2044	2183.0694	CARRET
1461	7623225.614	347344.6751	2236.9093		1533	7623423.994	346228.4566	2175.1305	
1462	7623220.64	347323.1546	2222.0481	CARRET	1534	7623432.548	346185.8352	2183.972	CARRET
1463	7623220.242	347317.4603	2222.1608	CARRET	1535	7623420.465	346217.3303	2178.12	
1464	7623230.867	347368.3466	2245.4329		1536	7623418.555	346189.2547	2184.6641	CARRET
1465	7623237.017	347347.1342	2236.1772		1537	7623403.248	346191.9219	2185.2466	CARRET
1466	7623237.101	347325.2431	2221.317	CARRET	1538	7623410.354	346239.8228	2177.3835	
1467	7623238.219	347320.0048	2221.1006	CARRET	1539	7623404.364	346202.725	2183.5701	
1468	7623244.032	347365.628	2244.8774		1540	7623391.507	346194.6776	2185.8316	CARRET
1469	7623245.294	347343.5804	2235.1768		1541	7623394.219	346212.0214	2183.3105	
1470	7623252.985	347323.7277	2220.8309	CARRET	1542	7623380.151	346198.6087	2186.2826	CARRET
1471	7623253.042	347317.7682	2220.7188	CARRET	1543	7623393.865	346250.0867	2177.5864	
1472	7623262.623	347365.9009	2243.288		1544	7623379.533	346225.5816	2182.91	
1473	7623260.02	347339.7676	2232.8208		1545	7623369.981	346202.6715	2186.4421	CARRET
1474	7623262.247	347323.097	2220.3788	CARRET	1546	7623386.72	346263.7238	2177.5554	
1475	7623273.168	347324.0096	2219.9614	CARRET	1547	7623366.003	346233.9592	2182.5786	
1476	7623283.061	347324.3512	2219.6487	CARRET	1548	7623345.704	346216.5884	2186.1884	CARRET
1478	7623299.057	347313.5391	2216.8644		1549	7623382.367	346277.6722	2177.6736	
1479	7623252.518	347311.9454	2216.7533		1550	7623361.399	346247.4834	2183.4243	
1481	7623238.395	347308.7195	2216.3796		1551	7623329.029	346229.112	2187.0951	CARRET
1482	7623226.501	347304.9129	2214.6232		1552	7623362.377	346255.5727	2183.7129	
1483	7623232.326	347304.4533	2214.2861		1553	7623320.317	346239.715	2188.0436	CARRET
1484	7623216.072	347311.2602	2219.2846		1554	7623353.701	346266.0379	2185.003	
1485	7623206.805	347307.3678	2215.6794		1555	7623317.633	346255.0874	2188.5785	CARRET
1486	7623194.616	347306.8912	2216.8767		1556	7623379.272	346296.1516	2178.9316	
1487	7623185.238	347308.0678	2217.614		1557	7623317.858	346272.8897	2189.064	CARRET
1488	7623168.63	347305.2081	2220.4017		1558	7623349.605	346290.7616	2184.859	
1489	7623308.303	347321.3205	2219.3253		1559	7623317.707	346285.8722	2189.4018	CARRET
1490	7623313.382	347323.539	2219.186		1560	7623385.671	346313.5397	2177.7674	
1491	7623283.884	347265.427	2229.6935		1561	7623321.792	346305.6139	2190.2586	CARRET
1492	7623284.243	347272.9303	2225.4032		1562	7623356.164	346302.5773	2185.3875	
1493	7623292.8	347262.7616	2230.9328		1563	7623327.418	346315.0336	2190.4486	CARRET
1494	7623295.359	347271.1736	2225.5373		1564	7623362.121	346317.4872	2186.1827	
1495	7623289.175	347255.1785	2232.8157		1565	7623333.536	346325.503	2190.7368	CARRET
1496	7623306.226	347260.7513	2229.5941		1566	7623369.319	346330.8754	2187.1208	
1497	7623279.134	347255.7041	2234.2449		1567	7623339.706	346336.3363	2191.2631	CARRET
1498	7623302.303	347251.2637	2232.7135		1568	7623390.948	346330.5081	2178.0718	
1499	7623288.991	347249.0584	2234.0215		1569	7623374.915	346344.1658	2187.649	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1570	7623343.737	346348.0874	2191.7784	CARRET	1640	7623575.862	346685.3584	2194.6585	
1571	7623394.751	346347.7959	2180.1096		1641	7623541.276	346675.3252	2195.5763	
1572	7623343.979	346357.433	2192.086	CARRET	1642	7623581.285	346707.7602	2195.1051	
1573	7623402.191	346356.6626	2179.8353		1643	7623519.034	346664.1802	2194.4423	CARRET
1574	7623342.414	346366.3856	2192.2871	CARRET	1644	7623550.868	346703.134	2197.2927	
1575	7623341.548	346379.1627	2192.8848	CARRET	1645	7623521.994	346676.4599	2196.1223	CARRET
1576	7623351.436	346385.3868	2193.3451	CARRET	1646	7623554.474	346716.9303	2197.8838	
1577	7623375.162	346374.0054	2189.8583		1647	7623522.74	346679.5576	2196.5164	CARRET
1578	7623410.266	346372.6093	2178.4361		1648	7623566.959	346738.623	2197.9105	
1579	7623360.802	346390.804	2194.0615	CARRET	1649	7623524.314	346688.3492	2197.5161	CARRET
1580	7623388.373	346389.5275	2189.1711		1650	7623537.882	346699.0635	2197.7597	
1581	7623374.748	346400.3109	2193.7479	CARRET	1651	7623577.535	346754.4041	2198.3671	
1582	7623421.488	346389.0193	2178.2231		1652	7623526.349	346700.4218	2198.8916	CARRET
1583	7623394.968	346399.1782	2189.0213		1653	7623546.037	346718.6853	2198.7938	
1584	7623386.486	346406.3132	2192.9293	CARRET	1654	7623529.306	346718.6268	2200.6971	CARRET
1585	7623433.387	346400.348	2178.2534		1655	7623580.269	346783.426	2199.7049	
1586	7623406.408	346409.593	2188.8409		1656	7623550.3	346738.8965	2199.995	
1587	7623399.582	346412.4916	2191.9474	CARRET	1657	7623530.501	346734.7351	2202.1953	CARRET
1588	7623415.914	346417.0338	2188.5044		1658	7623549.49	346755.9481	2202.2003	
1589	7623408.989	346417.2292	2191.423	CARRET	1659	7623532.239	346747.5683	2203.7265	CARRET
1590	7623427.457	346418.8126	2185.0234		1660	7623535.697	346764.8929	2205.847	CARRET
1591	7623447.18	346413.7536	2178.3811		1661	7623552.741	346773.3397	2203.6076	
1592	7623420.046	346424.2753	2190.9656	CARRET	1662	7623539.509	346777.8678	2207.5775	CARRET
1593	7623448.431	346428.9951	2182.5903		1663	7623584.236	346801.2142	2200.7115	
1594	7623462.972	346424.9963	2178.6747		1664	7623562.83	346791.5316	2204.2403	
1595	7623432.343	346432.7834	2190.5756	CARRET	1665	7623542.651	346787.686	2208.5606	CARRET
1596	7623440.504	346438.2843	2190.3476	CARRET	1666	7623589.582	346823.6517	2201.5963	
1597	7623447.808	346443.7235	2190.1731	CARRET	1667	7623570.127	346811.9622	2205.5109	
1598	7623455.712	346451.0847	2189.9542	CARRET	1668	7623547.276	346797.7671	2209.9021	CARRET
1599	7623467.905	346446.405	2183.1274		1669	7623551.437	346808.5215	2211.1832	CARRET
1600	7623481.139	346443.2741	2179.7654		1670	7623586.912	346837.6328	2203.8586	
1601	7623461.257	346457.9362	2189.7116	CARRET	1671	7623576.377	346834.7208	2206.6053	
1602	7623488.265	346457.3705	2180.9696		1672	7623554.768	346818.0597	2212.2037	CARRET
1603	7623465.97	346464.9615	2189.4855	CARRET	1673	7623581.718	346853.8864	2203.9962	
1604	7623465.957	346464.971	2189.5012	CARRET	1674	7623570.18	346845.7237	2207.7276	
1605	7623481.694	346463.1026	2183.506		1675	7623556.037	346829.2648	2212.9262	CARRET
1606	7623469.038	346473.2561	2189.1503	CARRET	1676	7623553.919	346840.7971	2213.715	CARRET
1607	7623493.828	346472.5036	2179.2527		1677	7623545.25	346842.567	2213.818	CARRET
1608	7623479.974	346477.5994	2184.9037		1678	7623503.135	346818.2091	2225.7823	
1609	7623471.413	346481.4205	2189.0901	CARRET	1679	7623530.085	346820.3016	2218.788	
1610	7623489.564	346487.1137	2179.3019		1680	7623548.525	346832.99	2212.8048	CARRET
1611	7623471.793	346489.8537	2188.5202	CARRET	1681	7623498.396	346802.246	2221.7702	
1612	7623478.168	346495.4583	2185.1128		1682	7623548.01	346818.0929	2211.5699	CARRET
1613	7623472.294	346499.1085	2187.8889	CARRET	1683	7623544.134	346814.707	2212.5114	
1614	7623477.86	346506.0548	2184.9807		1684	7623543.53	346807.2022	2210.4225	CARRET
1615	7623472.339	346499.2101	2187.9883	CARRET	1685	7623538.762	346803.1058	2212.2146	
1616	7623474.996	346513.0684	2187.4221	CARRET	1686	7623539.035	346796.9156	2209.165	CARRET
1617	7623493.108	346539.208	2180.74		1687	7623535.669	346789.3608	2208.1851	CARRET
1618	7623494.947	346520.7274	2180.3147		1688	7623524.356	346798.2919	2214.4761	
1619	7623477.978	346523.6446	2186.744	CARRET	1689	7623532.92	346782.1433	2207.3795	CARRET
1620	7623492.378	346555.0484	2181.2408		1690	7623493.209	346789.7536	2219.7602	
1621	7623479.654	346532.0023	2186.1675	CARRET	1691	7623532.863	346787.1592	2209.9614	
1622	7623499.922	346533.1619	2182.8191		1692	7623529.35	346769.8994	2205.9918	CARRET
1623	7623483.231	346546.9654	2185.4182	CARRET	1693	7623528.483	346776.5774	2208.3946	
1624	7623499.787	346563.5194	2185.0319		1694	7623488.353	346774.7012	2215.9556	
1625	7623488.989	346561.6447	2184.7588	CARRET	1695	7623511.301	346777.8004	2212.2147	
1626	7623503.825	346555.486	2184.7851		1696	7623526.863	346769.124	2207.5405	
1627	7623513.794	346545.2826	2185.6139		1697	7623486.149	346764.2727	2213.4998	
1628	7623497.733	346567.6151	2184.9876	CARRET	1698	7623510.913	346763.8668	2209.2514	
1629	7623501.801	346573.4381	2185.4126	CARRET	1699	7623525.374	346762.7899	2206.5873	
1630	7623522.589	346557.4045	2187.2545		1700	7623480.712	346748.1235	2210.18	
1631	7623503.546	346569.0365	2185.8439		1701	7623523.666	346752.2201	2205.3199	
1632	7623505.766	346574.4389	2186.1159		1702	7623506.629	346738.0321	2205.4211	
1633	7623502.601	346576.121	2185.6657	CARRET	1703	7623522.174	346735.8827	2203.2861	
1634	7623505.449	346583.9203	2186.3389	CARRET	1704	7623480.289	346733.302	2207.1183	
1635	7623508.837	346597.3431	2187.7827		1705	7623528.366	346765.8418	2205.3543	CARRET
1636	7623556.751	346652.6375	2194.6673		1706	7623525.431	346751.842	2203.7167	CARRET
1637	7623509.96	346605.7416	2188.3366		1707	7623524.398	346739.2241	2202.4305	CARRET
1638	7623509.645	346612.6102	2189.3568	CARRET	1708	7623521.351	346727.3339	2202.23	
1639	7623532.995	346657.723	2194.6586		1709	7623518.976	346714.1396	2200.9181	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1710	7623496.98	346719.8023	2203.6189		1781	7623443.798	346445.4752	2190.2167	CARRET
1711	7623517.994	346704.3864	2199.7569		1782	7623429.213	346465.7843	2203.6696	
1712	7623478.338	346719.2153	2203.6575		1783	7623449.584	346454.4711	2192.15	
1713	7623490.874	346702.0065	2199.7889		1784	7623436.361	346453.9778	2197.0148	
1714	7623523.155	346729.8924	2201.5571	CARRET	1785	7623439.418	346445.0742	2192.1775	
1715	7623521.677	346715.0502	2200.0848	CARRET	1786	7623419.834	346457.1844	2204.0665	
1716	7623519.376	346701.0416	2198.4398	CARRET	1787	7623425.268	346445.6949	2197.4873	
1717	7623475.652	346702.6969	2198.9096		1788	7623427.369	346436.1743	2192.6576	
1718	7623491.354	346681.017	2194.6886		1789	7623421.522	346432.4664	2192.5228	
1719	7623517.227	346686.6879	2197.043	CARRET	1790	7623410.113	346449.8079	2203.849	
1720	7623514.169	346668.4003	2194.9361	CARRET	1791	7623437.684	346440.7728	2190.4184	CARRET
1721	7623474.941	346686.7578	2193.8225		1792	7623426.608	346432.9275	2190.6796	CARRET
1722	7623516.849	346696.5503	2198.8218		1793	7623410.359	346422.0158	2191.2627	CARRET
1723	7623515.321	346684.6561	2197.4819		1794	7623411.256	346434.0239	2196.6872	
1724	7623513.101	346671.8784	2195.6904		1795	7623416.292	346428.1066	2192.1758	
1725	7623487.728	346671.34	2192.6735		1796	7623391.889	346435.8904	2202.5442	
1726	7623476.731	346671.5302	2186.3109		1797	7623406.496	346423.1828	2193.389	
1727	7623512.899	346657.6345	2193.4474	CARRET	1798	7623394.261	346423.4435	2196.5558	
1728	7623511.524	346647.4849	2192.3426	CARRET	1799	7623407.835	346420.4122	2191.2999	CARRET
1729	7623478.14	346651.8046	2188.7716		1800	7623391.884	346415.9063	2194.4489	
1730	7623509.891	346638.3178	2191.5221	CARRET	1801	7623398.175	346415.4919	2191.8012	CARRET
1731	7623486.252	346623.8863	2184.1783		1802	7623371.391	346432.1242	2205.4847	
1732	7623508.016	346631.033	2190.9418	CARRET	1803	7623386.074	346410.6559	2192.8193	CARRET
1733	7623474.122	346638.0684	2189.4576		1804	7623381.168	346411.0559	2195.1156	
1734	7623503.85	346606.4199	2188.7627	CARRET	1805	7623357.411	346428.708	2205.4678	
1735	7623487.268	346608.4047	2183.7308		1806	7623374.041	346418.9465	2199.346	
1737	7623501.012	346593.2276	2187.5232	CARRET	1807	7623372.859	346404.4362	2193.8246	CARRET
1738	7623475.31	346623.0108	2190.4962		1808	7623372.471	346406.782	2195.1074	
1739	7623498.912	346581.6627	2186.0029	CARRET	1809	7623344.868	346422.0264	2201.9718	
1740	7623489.085	346587.1275	2182.8267		1810	7623354.22	346410.9598	2198.7096	
1741	7623472.512	346603.5289	2190.0445		1811	7623360.642	346400.1259	2195.3939	
1742	7623496.439	346574.9867	2185.1216	CARRET	1812	7623347.399	346409.7735	2198.1617	
1743	7623490.377	346576.2899	2182.3841		1813	7623354.28	346396.7589	2195.2306	
1744	7623493.901	346569.9281	2184.8406	CARRET	1814	7623335.456	346419.8293	2197.5637	
1745	7623476.478	346581.431	2191.4088		1815	7623345.031	346395.3337	2194.4249	
1746	7623486.864	346565.1998	2184.7281	CARRET	1816	7623340.839	346411.6972	2195.7499	
1747	7623481.474	346565.4615	2187.8245		1817	7623367.03	346401.0016	2193.9464	CARRET
1748	7623467.672	346568.936	2194.0947		1818	7623356.782	346394.3786	2193.8043	CARRET
1749	7623482.191	346559.1097	2185.0063	CARRET	1819	7623327.447	346418.4574	2201.6185	
1750	7623479.815	346550.5255	2185.1733	CARRET	1820	7623330.348	346405.261	2199.4417	
1751	7623453.997	346543.688	2196.2698	BM10	1821	7623343.542	346390.5167	2193.0202	CARRET
1752	7623446.595	346533.4562	2197.7731	B	1822	7623318.334	346406.3677	2204.7583	
1753	7623476.799	346547.7678	2187.8632		1823	7623336.903	346382.6992	2193.0965	CARRET
1754	7623477.488	346542.9097	2185.4685	CARRET	1824	7623322.46	346388.7572	2200.447	
1755	7623475.081	346540.2164	2187.9423		1825	7623334.712	346387.5854	2194.6688	
1756	7623446.516	346549.8791	2198.914		1826	7623332.566	346377.8704	2194.8346	
1757	7623475.724	346532.3178	2185.889	CARRET	1827	7623310.452	346391.6288	2206.5871	
1758	7623471.277	346524.8946	2189.5087		1828	7623334.991	346368.5547	2194.617	
1759	7623444.033	346529.3666	2198.7518		1829	7623336.891	346359.8919	2193.7104	
1760	7623459.083	346532.9291	2193.7823		1830	7623335.593	346348.7062	2193.0311	
1761	7623472.194	346516.653	2186.9054	CARRET	1831	7623308.321	346382.0522	2205.8023	
1762	7623458.301	346510.9974	2193.0494		1832	7623321.599	346373.2269	2199.7547	
1763	7623468.828	346503.6386	2187.7727	CARRET	1833	7623336.31	346376.0464	2192.8715	CARRET
1764	7623466.478	346503.8408	2189.6529		1834	7623339.491	346361.7208	2192.0161	CARRET
1765	7623440.344	346513.2414	2199.7127		1835	7623319.967	346360.989	2199.2789	
1766	7623467.823	346492.021	2188.3644	CARRET	1836	7623303.853	346368.119	2205.3204	
1767	7623438.858	346500.5887	2201.5122		1837	7623337.55	346344.0529	2191.293	CARRET
1768	7623465.7	346494.7742	2189.9611		1838	7623299.472	346354.2941	2205.6521	
1769	7623452.127	346494.1	2195.4225		1839	7623312.261	346348.1232	2200.1546	
1770	7623464.862	346482.135	2190.643		1840	7623333.384	346334.4821	2190.9548	CARRET
1771	7623436.794	346490.2081	2202.1515		1841	7623330.042	346333.8522	2192.2577	
1772	7623467.108	346479.0804	2189.0348	CARRET	1842	7623324.756	346326.6823	2192.444	
1773	7623463.506	346467.6913	2189.3565	CARRET	1843	7623309.781	346333.6745	2198.3114	
1774	7623460.301	346466.7663	2191.055		1844	7623292.533	346338.2448	2204.2209	
1775	7623451.804	346472.9088	2194.8849		1845	7623318.969	346316.4044	2191.8165	
1776	7623432.278	346474.8022	2202.461		1846	7623301.89	346320.0179	2196.7838	
1777	7623453.102	346456.2333	2191.4235		1847	7623279.697	346320.7236	2202.2785	
1778	7623443.756	346459.1529	2195.9605		1848	7623312.003	346302.9025	2191.2325	
1779	7623458.505	346459.8332	2189.4717	CARRET	1849	7623297.42	346306.5054	2194.8602	
1780	7623450.964	346451.4198	2189.7826	CARRET	1850	7623270.682	346299.7311	2198.9792	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1851	7623309.017	346293.1028	2191.0045		1923	7623352.82	345990.4356	2175.8724	
1852	7623295.901	346292.3757	2193.0824		1924	7623421.638	346002.3144	2176.5738	
1853	7623306.725	346286.3128	2190.8522		1925	7623365.412	345999.1132	2176.0053	
1854	7623265.824	346283.4349	2197.1186		1926	7623434.203	345995.5402	2176.2065	
1855	7623326.435	346322.6219	2190.5102	CARRET	1927	7623444.169	345919.7337	2171.9497	
1856	7623317.276	346307.4231	2190.2398	CARRET	1928	7623373.815	345999.7239	2178.8985	
1857	7623296.753	346279.5028	2192.0529		1929	7623458.523	345986.6453	2176.2956	
1858	7623312.649	346287.5666	2189.4027	CARRET	1930	7623467.262	345941.2045	2172.9504	
1859	7623261.546	346268.2525	2197.6602		1931	7623375.502	346026.0508	2180.0602	
1860	7623312.263	346274.957	2188.931	CARRET	1932	7623488.801	346017.5492	2176.1846	
1861	7623289.683	346262.1994	2191.9351		1933	7623478.323	345961.5399	2175.043	
1862	7623311.867	346260.0355	2188.4348	CARRET	1934	7623383.708	346056.9222	2180.819	
1863	7623262.623	346249.58	2197.2996		1935	7623461.062	346054.5958	2178.3153	
1864	7623309.205	346275.8684	2190.1589		1936	7623407.111	346102.7024	2181.3721	
1865	7623308.999	346262.1162	2189.5076		1937	7623429.3	346077.657	2180.1752	CARRET
1866	7623306.675	346254.5355	2189.2091		1938	7623419.181	345993.9666	2176.1574	
1867	7623290.402	346243.1661	2191.8389		1939	7623470.728	346061.5315	2178.0685	
1868	7623310.738	346237.9111	2188.9979		1940	7623496.448	346092.4721	2178.5575	
1869	7623269.184	346230.3561	2197.173		1941	7623414.115	346045.2885	2179.9133	
1870	7623313.502	346243.3536	2188.2408	CARRET	1942	7623398.805	346019.381	2179.686	
1871	7623296.077	346224.9412	2191.9868		1943	7623528.466	346108.0705	2177.4517	
1872	7623273.968	346213.587	2197.5505		1944	7623398.923	345995.0553	2177.9942	
1873	7623315.099	346239.1952	2188.0632	CARRET	1945	7623542.636	346150.7947	2173.7664	
1874	7623320.973	346229.4851	2187.4856	CARRET	1946	7623524.202	346175.3212	2174.0707	
1875	7623307.807	346211.166	2190.7222		1947	7623520.871	346190.9679	2173.9389	
1876	7623330.486	346218.2691	2186.7836	CARRET	1948	7623518.069	346167.992	2175.5314	
1877	7623284.543	346198.3003	2195.7254		1949	7623508.787	346184.009	2176.0287	
1878	7623321.404	346197.185	2191.5223		1950	7623506.011	346167.7623	2179.8407	
1879	7623342.999	346210.1047	2186.5466	CARRET	1951	7623497.322	346171.5609	2179.5793	
1880	7623296.885	346185.1737	2195.9622		1952	7623493.581	346156.9447	2182.5403	
1881	7623359.142	346202.2524	2186.5167	CARRET	1953	7623504.622	346159.2018	2181.4543	
1882	7623336.954	346189.0849	2191.8383		1954	7623498.492	346165.2056	2181.6009	
1883	7623359.192	346202.2759	2186.5251	CARRET	1955	7623488.748	346156.6395	2182.3721	
1884	7623312.895	346177.0909	2196.5599		1956	7623502.484	346146.2655	2182.7232	
1885	7623354.416	346181.8828	2191.6987		1957	7623489.803	346137.6588	2183.0611	
1886	7623378.024	346194.2409	2186.3768	CARRET	1958	7623485.039	346142.1453	2182.6838	
1887	7623337.374	346170.0908	2195.8799		1959	7623478.307	346142.7442	2181.77	CARRET
1888	7623369.595	346177.7415	2190.8774		1960	7623407.948	345914.2583	2171.0305	Q
1889	7623400.006	346188.1292	2185.4411	CARRET	1961	7623411.734	345896.9167	2170.7159	Q
1890	7623361.678	346164.9541	2193.9584		1962	7623355.112	345962.0849	2173.7602	Q
1891	7623385.925	346173.1879	2190.9279		1963	7623428.494	345869.7219	2169.5658	Q
1892	7623382.749	346163.2951	2193.1594		1964	7623392.881	345936.0662	2172.595	Q
1893	7623425.776	346183.1369	2184.2088	CARRET	1965	7623392.491	345916.8043	2172.5502	CARRET
1894	7623409.97	346168.1236	2190.0451		1966	7623379.894	345862.4083	2173.8454	CARRET
1895	7623400.329	346157.4477	2190.6024		1967	7623364.53	345828.6634	2174.0881	CARRET
1896	7623443.18	346178.9759	2183.3054	CARRET	1968	7623367.875	345824.8265	2174.151	CARRET
1897	7623430.735	346166.6442	2187.2495		1969	7623362.947	345821.8956	2174.1242	CARRET
1898	7623450.687	346167.088	2184.5373		1970	7623361.831	345802.6239	2174.3541	CARRET
1899	7623475.666	346157.5574	2181.4952	CARRET	1971	7623355.58	345803.7049	2174.3886	CARRET
1900	7623458.9	346160.6526	2183.9137		1972	7623352.263	345782.0704	2175.058	CARRET
1901	7623419.03	346162.1446	2188.6929		1973	7623341.247	345775.721	2175.549	CARRET
1903	7623447.222	346148.8107	2184.7187		1974	7623340.944	345765.936	2175.4574	CARRET
1905	7623443.8	346139.7193	2184.1772		1975	7623329.004	345760.8022	2175.1806	CARRET
1906	7623419.989	346146.0191	2186.7432		1976	7623315.751	345749.1917	2175.0213	CARRET
1907	7623460.681	346120.1994	2180.4721	CARRET	1977	7623282.398	345710.125	2174.4615	CARRET
1908	7623438.85	346127.33	2182.8683		1978	7623265.254	345675.1698	2174.5256	CARRET
1909	7623454.569	346112.4286	2180.0209	CARRET	1979	7623260.028	345662.8783	2174.4756	CARRET
1910	7623433.738	346115.8272	2181.6913		1980	7623258.515	345670.6818	2174.5661	CARRET
1911	7623416.711	346131.9055	2185.1055		1981	7623252.141	345659.5094	2174.5867	CARRET
1912	7623449.129	346103.3604	2179.7239	CARRET	1982	7623251.248	345627.5313	2175.0958	CARRET
1913	7623408.082	346122.4376	2183.6844		1983	7623246.679	345624.6639	2175.0763	CARRET
1914	7623414.73	346028.9068	2178.0129	CARRET	1984	7623246.611	345613.2997	2175.413	CARRET
1915	7623425.348	346045.1015	2178.6646	CARRET	1985	7623249.534	345593.2955	2176.4116	CARRET
1916	7623404.651	345996.5472	2175.9929	CARRET	1986	7623245.286	345582.2258	2177.4387	CARRET
1917	7623403.442	345989.236	2175.5096	CARRET	1987	7623247.522	345572.2673	2178.45	CARRET
1918	7623396.771	345954.1775	2173.5818	CARRET	1988	7623603.255	344772.7399	2240.3611	BM2
1919	7623389.869	345931.0109	2172.7034	CARRET	1989	7623599.366	344769.6544	2239.5503	B
1920	7623407.28	345939.2535	2173.1763		1991	7623205.124	345684.4345	2177.1585	
1921	7623364.448	345975.0234	2175.0252		1992	7623193.032	345671.2156	2177.6547	
1922	7623409.099	345973.8799	2174.7908		1993	7623310.229	345552.1465	2172.737	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
1994	7623197.293	345702.6351	2178.2034		2067	7623502.381	346548.207	2184.1832	
1995	7623322.34	345601.0862	2171.5505		2068	7623534.131	346638.5313	2193.6946	
1996	7623207.769	345738.876	2177.5766		2069	7623527.457	346641.261	2193.5476	
1997	7623263.328	345654.5158	2173.7081		2070	7623503.649	346515.6095	2182.9707	
1998	7623232.022	345768.9718	2176.8315		2071	7623535.186	346653.0561	2194.4261	
1999	7623252.467	345791.3592	2176.8204		2072	7623504.932	346523.9953	2183.5149	
2000	7623283.343	345683.4172	2173.5429		2073	7623544.193	346648.1923	2194.5544	
2001	7623287.739	345822.376	2177.401		2074	7623514.786	346519.3418	2184.5125	
2002	7623333.661	345739.8667	2174.6684		2075	7623553.635	346643.3367	2194.7225	
2003	7623309.424	345803.7462	2177.0736		2076	7623522.086	346518.7507	2186.346	
2004	7623393.737	345711.1053	2173.0132		2077	7623559.032	346654.9488	2194.6788	
2005	7623307.42	345777.1539	2176.35		2078	7623524.19	346530.1055	2186.4078	
2006	7623309.327	345759.9781	2175.775		2079	7623547.788	346661.2426	2195.0109	
2007	7623418.553	345762.9994	2175.5608		2080	7623531.373	346541.6833	2188.1135	
2008	7623390.047	345782.5922	2175.5308		2081	7623541.366	346664.5171	2195.0484	
2009	7623298.665	345733.1267	2174.8382		2082	7623532.859	346556.1518	2189.4141	
2010	7623439.348	345797.2206	2170.7744		2083	7623520.958	346553.7743	2186.8614	
2011	7623266.629	345690.8873	2174.711		2084	7623518.876	346543.3282	2185.5982	
2012	7623458.876	345828.5963	2169.468		2085	7623508.886	346546.1853	2185.051	
2013	7623409.062	345874.7726	2171.9703		2086	7623507.003	346533.5089	2184.2861	
2014	7623239.482	345688.6672	2175.3051		2087	7623494.287	346544.7391	2180.9495	
2016	7623369.458	345941.5819	2175.9186		2088	7623490.768	346544.7411	2181.2782	
2017	7623375.251	345896.9071	2176.7485		2089	7623492.795	346553.4654	2181.1985	
2018	7623357.795	345948.383	2176.5475		2090	7623490.864	346533.5602	2180.8262	
2019	7623359.841	345866.297	2175.0864		2091	7623492.905	346491.5539	2179.4042	
2020	7623351.893	345936.6239	2179.4448		2092	7623489.777	346493.3259	2179.5732	
2021	7623344.848	345840.5585	2175.4052		2093	7623397.96	344706.6959	2190.378	
2022	7623344.056	345945.3774	2179.6646		2094	7623347.932	344704.8751	2176.5068	
2023	7623320.688	345840.6977	2177.0652		2095	7623332.818	344690.6562	2172.5771	CARRET
2024	7623335.835	345954.519	2179.6661		2096	7623382.347	344735.162	2185.3663	
2025	7623291.163	345848.8614	2177.9915		2097	7623343.418	344722.8191	2176.7454	
2026	7623325.281	345945.2338	2180.1202		2098	7623329.1	344701.3786	2172.8506	CARRET
2027	7623314.513	345893.233	2178.7583		2099	7623377.615	344757.2999	2182.5518	
2028	7623322.2	345919.4203	2179.5167		2100	7623342.492	344737.5358	2176.8364	
2029	7623342.129	345904.1449	2178.6022		2101	7623325.728	344716.6682	2173.0268	CARRET
2030	7623332.62	345898.1044	2178.3697		2102	7623344.482	344752.5265	2176.8665	
2032	7623401.563	345936.0014	2173.2023		2103	7623324.17	344732.1787	2173.4073	CARRET
2033	7623510.935	346566.5261	2187.0196		2104	7623343.927	344764.683	2176.1608	
2034	7623528.339	346565.4009	2188.9157		2105	7623324.53	344750.1316	2173.1851	CARRET
2035	7623542.011	346565.5982	2195.2564		2106	7623325.347	344769.848	2172.6926	CARRET
2036	7623506.388	346580.1781	2187.0228		2107	7623377.891	344779.168	2180.28	
2037	7623538.732	346579.6928	2193.7518		2108	7623346.9	344786.1309	2175.3714	
2038	7623507.777	346588.3214	2187.7824		2109	7623326.019	344788.6251	2172.0529	CARRET
2039	7623527.672	346579.2983	2189.6246		2110	7623378.087	344795.0381	2178.7016	
2040	7623511.204	346573.6413	2187.4948		2111	7623351.256	344799.4271	2174.6646	
2041	7623513.517	346623.3217	2190.936		2112	7623327.189	344804.5499	2171.3947	CARRET
2042	7623516.821	346639.0725	2191.9062		2113	7623383.405	344819.723	2176.2522	
2043	7623512.803	346585.3499	2188.4009		2114	7623336.807	344808.4229	2173.7701	
2044	7623521.787	346657.4156	2193.7549		2115	7623329.162	344815.5771	2170.7387	CARRET
2045	7623522.974	346585.2878	2189.0447		2116	7623335.714	344815.2881	2173.6167	
2046	7623528.688	346668.4414	2194.947		2117	7623332.003	344826.1402	2170.2513	CARRET
2047	7623536.095	346586.3693	2192.4782		2118	7623337.82	344823.5275	2173.1821	
2048	7623536.633	346595.713	2192.6413		2119	7623334.707	344835.8409	2169.8827	CARRET
2049	7623526.47	346595.529	2190.1522		2120	7623340.924	344830.6034	2172.9086	
2050	7623513.901	346595.2211	2189.3904		2121	7623381.627	344838.001	2174.8262	
2051	7623514.936	346604.2346	2190.1394		2122	7623344.591	344835.1125	2172.7963	
2052	7623516.456	346651.8952	2192.868	CARRET	2123	7623341.773	344852.5927	2168.9684	CARRET
2053	7623527.045	346604.4525	2190.8708		2124	7623356.693	344826.7493	2173.7445	
2054	7623514.221	346639.5107	2191.6362	CARRET	2125	7623354.523	344849.7018	2172.5652	
2055	7623535.585	346603.9386	2192.3063		2126	7623367.151	344843.7688	2173.4831	
2056	7623511.813	346626.811	2190.5412	CARRET	2127	7623389.245	344861.2894	2174.7222	
2057	7623538.757	346615.3363	2193.0444		2128	7623365.432	344857.9785	2172.4423	
2058	7623528.474	346615.3604	2191.7617		2129	7623352.932	344873.1266	2167.52	CARRET
2059	7623509.858	346620.816	2190.0765	CARRET	2130	7623368.923	344864.6456	2172.1449	
2060	7623505.349	346620.5112	2190.0052	CARRET	2131	7623390.562	344879.7338	2173.8984	
2061	7623519.525	346630.1278	2192.453		2132	7623369.29	344869.1954	2170.7133	
2062	7623506.422	346595.048	2187.5775	CARRET	2133	7623387.684	344889.3268	2173.4019	
2063	7623533.035	346626.5219	2192.952		2134	7623370.777	344886.9301	2169.0566	
2065	7623543.258	346625.076	2194.0957		2135	7623357.208	344890.2799	2165.559	
2066	7623546.118	346634.7237	2194.4147		2136	7623387.818	344901.9203	2169.7612	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
2137	7623369.325	344903.3581	2165.9256		2208	7623372.575	344992.6945	2156.2912	CARRET
2138	7623346.517	344900.0941	2163.9037		2209	7623403.709	344958.516	2155.9049	
2139	7623358.388	344905.0606	2164.4925		2210	7623389.75	344958.8975	2155.6767	
2140	7623404.99	344901.6392	2173.8326		2211	7623381.45	344980.6441	2156.4448	
2141	7623348.936	344907.046	2163.5186		2212	7623392.11	344962.3905	2155.8041	
2142	7623336.84	344905.1904	2163.309		2213	7623415.79	344961.7802	2156.5271	
2143	7623351.048	344914.9173	2161.7883		2214	7623393.588	344966.8338	2156.7739	
2144	7623335.165	344913.5644	2160.5937		2215	7623395.287	344983.5753	2156.7185	
2145	7623344.455	344917.4964	2159.89		2216	7623400.244	344968.5943	2156.6984	
2146	7623317.898	344917.2576	2161.0207		2217	7623424.097	344969.1862	2158.9735	
2147	7623338.959	344916.9568	2159.2434		2218	7623400.957	344975.6092	2157.7428	
2148	7623346.683	344941.3025	2153.7571		2219	7623393.694	344994.3549	2156.6217	CARRET
2149	7623332.115	344919.4991	2158.8101		2220	7623400.998	344981.3195	2157.9031	
2150	7623308.172	344921.325	2160.3872		2221	7623435.783	344976.3387	2159.1762	
2151	7623333.774	344924.877	2158.6959		2222	7623407.17	344985.232	2158.189	
2152	7623313.671	344926.1672	2160.6521		2223	7623413.431	344986.9494	2158.78	
2153	7623329.862	344928.9297	2158.9507		2224	7623407.776	344995.9789	2156.9161	CARRET
2154	7623305.812	344926.8429	2159.8695		2225	7623400.831	344986.1226	2156.807	
2155	7623320.26	344928.4626	2160.2721		2226	7623450.041	344972.9978	2155.32	
2156	7623301.554	344922.4018	2159.8547		2227	7623409.644	344989.6055	2156.9922	
2157	7623347.139	344953.9959	2153.9994		2228	7623417.788	345002.9906	2157.2305	CARRET
2158	7623297.992	344926.3891	2157.4694		2229	7623425.58	344991.3519	2157.5922	
2160	7623299.476	344931.098	2156.4777		2230	7623425.618	344987.0682	2159.4136	
2161	7623307.443	344945.8157	2153.3715		2231	7623425.082	345007.964	2157.2132	CARRET
2162	7623292.36	344932.587	2156.56		2232	7623436.721	344986.5823	2157.8224	
2163	7623294.779	344947.2313	2153.4248		2233	7623464.423	344993.7344	2156.2841	
2164	7623283.5	344917.2347	2160.2		2234	7623447.737	344980.9639	2156.8277	
2165	7623296.049	344945.3803	2153.9219		2235	7623437.706	345017.5821	2157.3667	CARRET
2166	7623300.554	344944.5623	2153.962		2236	7623449.015	344988.9072	2156.9979	
2167	7623266.217	344941.9677	2154.3525		2237	7623449.835	344995.2438	2157.1577	
2168	7623290.285	344948.8337	2153.5312		2238	7623451.571	344996.3512	2156.0269	
2169	7623278.812	344939.8485	2155.7071		2239	7623451.099	345002.8215	2156.1522	
2170	7623287.768	344944.0505	2153.8843		2240	7623477.201	345010.9745	2156.276	
2171	7623275.455	344953.8902	2153.3357		2241	7623449.756	345003.9885	2157.4471	
2172	7623295.586	344952.5645	2153.2878		2242	7623444.985	345024.4813	2157.4304	CARRET
2173	7623289.728	344963.0296	2153.3668		2243	7623449.759	345016.561	2157.7353	
2174	7623302.098	344958.9742	2153.5028		2244	7623483.147	345029.4643	2156.2432	
2175	7623300.551	344975.0704	2153.949		2245	7623450.447	345015.1601	2156.7859	
2176	7623315.464	344954.7319	2153.5222		2246	7623451.528	345036.501	2157.4099	CARRET
2177	7623311.183	344969.259	2153.8112		2247	7623453.628	345023.89	2156.7965	
2178	7623318.928	344981.5417	2154.6595	CARRET	2248	7623485.153	345041.6702	2156.9562	
2179	7623311.546	344972.0035	2154.2948		2249	7623454.845	345029.5951	2156.5536	
2180	7623317.505	344967.8398	2153.8024		2250	7623449.745	345047.3949	2157.6783	CARRET
2181	7623329.047	344979.1472	2155.9064		2251	7623453.052	345029.7656	2157.4178	
2182	7623324.643	344966.7891	2153.9024		2252	7623457.994	345038.6814	2156.5177	
2183	7623331.859	344971.5517	2155.6263		2253	7623481.765	345056.2537	2156.9814	
2184	7623323.01	344968.6413	2154.3667		2254	7623454.164	345049.0534	2157.0638	
2185	7623330.873	344966.026	2153.9441		2255	7623452.268	345061.7843	2156.851	
2186	7623338.875	344987.5822	2155.529	CARRET	2256	7623442.952	345055.5696	2158.793	CARRET
2187	7623332.511	344968.3415	2154.7619		2257	7623448.182	345061.8545	2158.5156	
2188	7623337.437	344969.3188	2155.5494		2258	7623431.844	345058.9077	2159.8241	CARRET
2189	7623339.221	344964.761	2154.0732		2259	7623443.018	345070.9179	2157.9367	
2190	7623345.7	344964.9097	2154.275		2261	7623430.087	345061.0887	2161.5123	
2191	7623348.35	344967.7565	2155.3844		2262	7623438.884	345083.7287	2157.0562	
2192	7623353.686	344963.0096	2154.3278		2264	7623416.056	345062.3486	2161.597	CARRET
2193	7623349.801	344955.4411	2154.0801		2265	7623426.477	345091.4979	2158.0973	
2194	7623349.754	344955.49	2154.0699		2266	7623449.289	345107.2047	2157.5627	
2195	7623351.801	344971.8151	2155.9293		2267	7623417.833	345071.7013	2163.125	
2196	7623354.316	344989.0711	2155.7133	CARRET	2268	7623417.909	345078.4278	2163.208	
2197	7623360.267	344971.6914	2156.1847		2269	7623435.815	345118.943	2157.9445	
2198	7623357.113	344955.3358	2154.2031		2270	7623403	345070.5076	2162.9657	CARRET
2199	7623360.097	344965.5393	2155.3766		2271	7623414.413	345090.6138	2163.3312	
2200	7623362.132	344990.6319	2155.856	CARRET	2272	7623422.264	345100.2247	2158.2843	
2201	7623370.002	344963.1671	2155.3985		2273	7623402.619	345072.9537	2164.2395	
2202	7623363.648	344949.1621	2154.1165		2274	7623402.587	345093.9552	2164.7213	
2203	7623370.892	344959.6889	2154.7318		2275	7623409.451	345108.0462	2158.4172	
2204	7623376.09	344951.2373	2154.426		2276	7623388.733	345080.2841	2164.9211	CARRET
2205	7623378.004	344953.719	2154.5618		2277	7623394.904	345088.8372	2165.8684	
2206	7623385.162	344961.1715	2155.5616		2278	7623405.985	345112.467	2159.4803	
2207	7623393.599	344956.8548	2155.0384		2279	7623389.164	345082.0684	2165.649	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
2280	7623374.177	345091.8191	2166.6429	CARRET	2350	7623289.388	345446.9721	2173.543	
2281	7623380.74	345105.7041	2166.0975		2351	7623250.587	345470.1715	2180.6796	CARRET
2282	7623394.18	345129.2657	2159.9699		2352	7623268.851	345467.77	2176.345	
2283	7623363.125	345103.1935	2167.5765	CARRET	2353	7623293.984	345461.0503	2173.935	
2284	7623386.279	345139.6924	2159.5285		2354	7623253.895	345492.0119	2180.5686	CARRET
2285	7623367.068	345110.3484	2167.4898		2355	7623271.318	345489.0167	2177.1344	
2286	7623352.79	345118.2877	2168.041	CARRET	2356	7623299.434	345483.443	2174.0517	
2287	7623377.106	345149.222	2160.3399		2357	7623257.417	345510.2684	2180.6882	CARRET
2288	7623365.281	345119.7564	2167.0853		2358	7623279.735	345510.359	2176.8981	
2289	7623345.585	345129.0382	2168.0806	CARRET	2359	7623303.845	345509.9624	2174.3751	
2290	7623369.525	345163.6006	2161.0471		2360	7623283.767	345533.6391	2176.8876	
2291	7623337.23	345141.516	2168.1619	CARRET	2361	7623263.366	345530.4022	2180.4311	CARRET
2292	7623357.567	345123.8895	2167.8236		2362	7623312.602	345540.6364	2174.1449	
2293	7623358.657	345176.3769	2161.3896		2363	7623288.123	345550.1438	2176.348	
2294	7623326.977	345157.3579	2168.3106	CARRET	2364	7623266.584	345555.6392	2179.6962	
2295	7623352.605	345157.1434	2165.0904		2365	7623264.919	345616.7027	2176.8794	
2296	7623345.636	345195.9215	2161.8532		2366	7623253.602	345614.0366	2179.9838	
2297	7623318.491	345169.8294	2168.4776	CARRET	2367	7623227.416	345615.2469	2186.8763	
2298	7623341.648	345159.5585	2167.5721		2368	7623266.1	345605.9466	2177.0968	
2299	7623345.096	345202.8653	2161.8364		2369	7623252.588	345597.6135	2181.1678	
2300	7623309.891	345182.6149	2168.6345	CARRET	2370	7623219.577	345598.5563	2188.8996	
2301	7623331.696	345175.4468	2167.7065		2371	7623251.927	345590.3525	2181.8	CARRET
2302	7623317.16	345187.6462	2168.9449		2372	7623222.469	345590.0208	2188.4963	
2303	7623299.382	345197.8644	2168.9887	CARRET	2373	7623261.665	345568.8105	2180.0373	
2304	7623315.956	345201.2005	2168.3741		2374	7623255.322	345574.278	2182.7996	
2305	7623341.269	345228.8067	2162.2195		2375	7623262.819	345562.1045	2179.2947	
2306	7623289.4	345212.5724	2169.4338	CARRET	2376	7623222.338	345576.7284	2188.6333	
2307	7623325.916	345220.0994	2167.8455		2377	7623256.674	345561.892	2181.8	
2308	7623343.283	345240.7517	2162.2007		2378	7623261.17	345546.8655	2179.7794	CARRET
2309	7623277.1	345229.1074	2170.1825	CARRET	2379	7623220.769	345558.5172	2189.5834	
2310	7623345.139	345254.0617	2162.315		2380	7623245.265	345550.032	2184.1252	
2311	7623322.995	345246.6528	2168.4122		2382	7623220.835	345545.6476	2189.4487	
2312	7623343.565	345269.8075	2162.7876		2383	7623241.029	345535.1071	2184.6179	
2313	7623267.946	345244.1911	2170.8761	CARRET	2384	7623257.837	345531.3507	2180.9362	
2314	7623336.717	345276.6206	2164.3748		2385	7623258.221	345529.9429	2180.2559	CARRET
2315	7623258.279	345259.9667	2171.672	CARRET	2386	7623254.16	345514.8277	2180.3735	CARRET
2316	7623246.89	345277.6116	2172.5494	CARRET	2387	7623252.779	345514.9493	2181.0906	
2317	7623293.25	345239.1726	2170.4826		2388	7623240.812	345523.1005	2184.229	
2318	7623303.189	345274.9622	2169.9127		2389	7623218.821	345530.6529	2189.5725	
2319	7623238.174	345290.7441	2173.2274	CARRET	2390	7623234.157	345512.9272	2185.3905	
2320	7623275.032	345284.4514	2171.1541		2391	7623249.178	345497.5528	2180.4993	CARRET
2321	7623297.713	345303.1878	2169.12		2392	7623248.143	345496.7675	2181.2804	
2322	7623228.978	345303.1786	2174.0847	CARRET	2393	7623230.883	345498.2994	2185.4941	
2323	7623257.285	345289.2991	2171.9753		2394	7623214.64	345513.8305	2190.2185	
2324	7623269.255	345319.317	2172.1866		2395	7623245.661	345472.7441	2180.3964	CARRET
2325	7623246.476	345298.9147	2173.228		2396	7623243.698	345472.2687	2181.2119	
2326	7623218.552	345315.4706	2175.0851	CARRET	2397	7623223.956	345482.5651	2186.5778	
2327	7623261.798	345332.6124	2173.4456		2398	7623209.041	345492.9513	2191.0277	
2328	7623239.262	345307.1445	2174.0201		2399	7623241.129	345454.4838	2180.4488	CARRET
2329	7623207.532	345331.7827	2176.0075	CARRET	2400	7623239.691	345454.5327	2181.1242	
2330	7623227.495	345315.0178	2174.9164		2401	7623219.554	345467.8201	2187.0689	
2331	7623249.351	345343.2623	2174.4131		2402	7623202.754	345473.2099	2191.3847	
2332	7623225.799	345323.0887	2172.9613		2403	7623234.958	345434.7339	2180.0557	CARRET
2333	7623204.412	345344.3026	2176.3655	CARRET	2404	7623233.3	345435.2915	2181.3856	
2334	7623224.119	345332.6852	2175.8239		2405	7623214.111	345447.0812	2186.5549	
2335	7623209.63	345354.1757	2176.6668	CARRET	2406	7623196.881	345453.9355	2191.0581	
2336	7623231.131	345358.8547	2175.3735		2407	7623229.122	345415.8511	2179.0745	CARRET
2337	7623252.397	345370.1971	2174.244		2408	7623227.42	345416.1537	2180.5426	
2338	7623233.984	345372.114	2175.5083		2409	7623205.563	345426.2191	2186.3283	
2339	7623216.383	345373.0154	2177.2321	CARRET	2410	7623188.959	345435.9074	2190.7698	
2340	7623240.068	345388.387	2175.7813		2411	7623221.065	345395.2101	2177.9258	CARRET
2341	7623224.819	345393.2724	2178.1733	CARRET	2412	7623218.338	345394.5817	2179.0992	
2342	7623263.752	345393.3884	2173.9468		2413	7623199.739	345411.1057	2185.2536	
2343	7623247.447	345407.2994	2176.3314		2414	7623183.026	345421.1767	2189.9659	
2344	7623232.992	345414.4053	2179.3619	CARRET	2415	7623213.074	345377.1454	2177.0844	CARRET
2345	7623281.269	345421.8098	2173.3404		2416	7623212.083	345377.2062	2177.8522	
2346	7623256.315	345426.7534	2176.2213		2417	7623193.855	345397.2571	2183.7794	
2347	7623238.327	345430.3116	2180.3457	CARRET	2418	7623179.171	345411.9641	2189.1526	
2348	7623245.573	345448.8123	2180.6507	CARRET	2419	7623205.358	345359.5047	2176.5811	CARRET
2349	7623259.984	345447.1653	2176.7685		2420	7623186.684	345380.0648	2181.7906	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
2421	7623167.008	345396.1702	2187.4788		2492	7623375.122	345085.9266	2166.2416	CARRET
2422	7623204.073	345359.751	2177.3513		2493	7623335.899	345074.146	2157.0681	
2423	7623181.239	345370.8799	2180.8453		2494	7623348.332	345098.5865	2167.8465	
2424	7623156.85	345380.4213	2184.9352		2495	7623385.82	345076.9849	2164.9512	CARRET
2425	7623196.842	345345.3179	2176.4397	CARRET	2496	7623354.59	345092.5765	2167.2593	
2426	7623180.292	345355.8128	2179.2096		2497	7623346.094	345067.3373	2157.3019	
2428	7623199.338	345333.8562	2176.2857	CARRET	2498	7623400.248	345067.2055	2163.2669	CARRET
2429	7623183.133	345345.8935	2177.0168		2499	7623362.068	345077.3341	2164.2095	
2430	7623149.47	345347.7951	2182.2769		2500	7623371.298	345071.7262	2162.8587	
2431	7623205.46	345324.2226	2175.553	CARRET	2501	7623419.097	345056.1591	2161.3438	CARRET
2432	7623179.579	345335.2025	2180.0644		2502	7623377.509	345060.0121	2160.4955	
2433	7623152.18	345329.1418	2185.0576		2503	7623358.547	345038.9776	2157.4262	
2434	7623213.064	345314.8606	2175.217	CARRET	2504	7623442.66	345046.357	2158.2107	CARRET
2435	7623183.495	345319.1171	2180.495		2505	7623379.554	345050.3996	2158.0327	
2436	7623156.962	345311.2735	2187.0265		2506	7623446.237	345037.6537	2157.5971	CARRET
2437	7623192.863	345299.2205	2178.92		2507	7623395.334	345048.4068	2159.3568	
2438	7623217.723	345309.5769	2174.7083	CARRET	2508	7623443.354	345038.7995	2158.9067	
2439	7623162.436	345286.6227	2186.1513		2509	7623411.444	345044.2151	2159.4543	
2440	7623217.15	345307.7262	2175.3052		2510	7623440.347	345028.4659	2157.1445	CARRET
2441	7623202.209	345276.2611	2177.7685		2511	7623419.568	345038.4436	2159.1416	
2442	7623170.508	345270.065	2184.9309		2512	7623431.494	345035.0823	2159.6671	
2443	7623233.013	345290.8414	2173.2437	CARRET	2513	7623342.028	345030.4324	2157.2887	
2444	7623223.826	345278.6479	2177.7067		2514	7623433.125	345027.1588	2158.6861	
2445	7623180.674	345258.373	2183.0726		2515	7623426.297	345031.9565	2158.9824	
2446	7623230.777	345280.0173	2173.9687		2516	7623430.771	345018.7438	2157.0137	CARRET
2447	7623243.417	345276.2624	2172.2888	CARRET	2517	7623405.65	345025.84	2158.2897	
2448	7623187.657	345242.0285	2182.0616		2518	7623420.005	345010.215	2156.8108	CARRET
2449	7623242.735	345273.2873	2172.9825		2519	7623415.168	345014.6215	2158.3798	
2450	7623235.149	345264.3848	2172.9465		2520	7623408.904	345005.6941	2156.89	CARRET
2451	7623203.45	345222.3338	2179.3943		2521	7623323.689	345024.4246	2157.027	
2452	7623253.245	345260.3629	2171.6239	CARRET	2522	7623403.999	345009.3008	2158.2146	
2453	7623239.179	345250.9214	2172.1616		2523	7623391.299	345000.0631	2156.7956	CARRET
2454	7623241.599	345237.4699	2172.1642		2524	7623308.192	345010.2001	2157.1729	
2455	7623216.815	345198.8938	2176.5988		2525	7623377.36	344997.9478	2156.5103	CARRET
2456	7623252.52	345259.4883	2171.9277		2526	7623376.327	345006.7134	2157.9414	
2457	7623237.81	345227.2655	2173.5391		2527	7623358.344	344995.004	2155.9607	CARRET
2458	7623225.792	345191.5381	2174.7306		2528	7623382.255	345019.3911	2157.7459	
2459	7623264.258	345242.8523	2170.7834	CARRET	2529	7623336.888	344992.4582	2155.145	CARRET
2460	7623214.106	345218.8781	2174.9088		2530	7623370.091	345016.396	2157.6316	
2461	7623231.345	345173.2822	2172.9666		2531	7623322.335	344989.0809	2154.9725	CARRET
2462	7623273.287	345226.366	2170.1955	CARRET	2532	7623308.681	344985.66	2154.5673	CARRET
2463	7623213.365	345231.1599	2177.7897		2533	7623363.295	345003.8032	2157.6094	
2464	7623242.43	345163.4572	2170.2597		2534	7623295.01	344979.2385	2154.3662	
2465	7623230.092	345234.3292	2177.809		2535	7623355.578	345002.2609	2157.457	
2466	7623285.228	345209.6241	2169.3876	CARRET	2536	7623344.586	345000.2327	2157.3737	
2467	7623228.174	345252.2744	2177.7767		2537	7623332.93	344998.6934	2157.4127	
2468	7623295.709	345196.5808	2168.8614	CARRET	2538	7623311.166	344994.3777	2157.2157	
2469	7623262.835	345147.8265	2162.8088		2539	7623290.766	344992.3883	2156.93	
2470	7623248.92	345222.2383	2172.2367		2540	7623273.512	344993.6387	2156.6533	
2471	7623310.731	345174.8887	2168.5087	CARRET	2541	7623291.38	344973.2995	2153.6582	
2472	7623272.921	345201.5007	2169.4171		2542	7623261.385	344996.5623	2156.6073	
2473	7623319.95	345159.8658	2168.3207	CARRET	2543	7623286.769	344967.4049	2153.2823	
2474	7623274.883	345177.9306	2168.6457		2544	7623254.525	344986.016	2153.1196	
2475	7623328.779	345146.3412	2168.1125	CARRET	2545	7623278.884	344972.0987	2153.3625	
2476	7623280.122	345171.8554	2169.0021		2546	7623230.579	344987.4561	2152.4869	
2477	7623336.323	345133.2978	2168.0486	CARRET	2547	7623228.25	344981.7791	2152.1327	
2478	7623292.509	345161.4975	2168.1057		2548	7623264.502	344966.331	2153.0169	
2479	7623276.137	345123.3117	2156.0065		2549	7623227.41	344974.5405	2152.4183	
2480	7623284.727	345146.2416	2167.6651		2550	7623270.902	344962.3018	2153.1006	
2481	7623343.76	345120.8692	2168.0036	CARRET	2551	7623237.247	344976.7475	2152.4481	
2482	7623292.048	345138.985	2167.8535		2552	7623277.283	344959.9194	2153.2012	
2483	7623291.998	345110.489	2155.9649		2553	7623233.676	344965.6929	2152.8936	
2484	7623306.097	345128.0205	2167.6325		2554	7623272.051	344956.5369	2153.0791	
2485	7623355.296	345105.3246	2167.9105	CARRET	2555	7623218.404	344964.0632	2153.5239	
2486	7623310.623	345139.0651	2167.9359		2556	7623263.477	344958.3024	2153.0513	
2487	7623305.629	345098.4885	2156.1523		2557	7623218.514	344956.8884	2154.2989	
2488	7623330.517	345125.995	2167.7963		2558	7623256.379	344958.6312	2153.2932	
2489	7623364.822	345093.8749	2167.1802	CARRET	2559	7623241.208	344953.6397	2153.8432	
2490	7623322.031	345086.0655	2156.5391		2560	7623213.405	344946.5024	2156.795	
2491	7623332.944	345111.8296	2168.0053		2561	7623254.293	344951.1329	2153.7388	



N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
2562	7623236.729	344948.1267	2154.7096		2634	7623319.289	344661.9418	2167.8575	
2563	7623214.607	344936.7864	2156.6743		2635	7623334.969	344671.3055	2171.8	CARRET
2564	7623237.092	344941.2418	2155.539		2636	7623301.462	344624.1371	2164.8181	
2565	7623262.104	344947.011	2153.9418		2637	7623320.286	344645.3193	2166.3495	
2566	7623226.598	344930.5691	2156.1827		2638	7623345.56	344658.5534	2171.5105	CARRET
2567	7623262.926	344930.7251	2155.2844		2639	7623318.561	344603.7602	2165.1013	
2568	7623236.152	344931.9016	2156.5092		2640	7623430.345	344955.3666	2155.7721	BM12
2569	7623231.75	344915.7296	2160.7034		2641	7623429.466	344962.0763	2157.4113	B
2570	7623270.842	344923.8048	2156.892		2642	7623643.888	344248.1351	2171.6247	CARRET
2571	7623241.085	344928.5896	2158.3234		2643	7623662.349	344217.1657	2172.5585	
2572	7623293.743	344917.4293	2159.0743		2644	7623650.085	344236.2491	2172.2812	
2573	7623238.179	344920.8806	2158.2982		2645	7623652.604	344205.3045	2174.1187	
2574	7623305.054	344915.7576	2159.938		2646	7623631.303	344235.8694	2172.6021	CARRET
2575	7623245.766	344918.4925	2158.2675		2647	7623645.083	344226.8589	2173.7612	
2577	7623260.589	344923.2645	2158.4262		2648	7623620.977	344223.0049	2173.7859	CARRET
2579	7623269.095	344921.199	2158.8713		2649	7623648.159	344188.7259	2176.5718	
2580	7623308.318	344910.8824	2162.258		2650	7623634.5	344209.7709	2175.1392	
2581	7623276.967	344916.8596	2159.9603		2651	7623613.936	344206.2349	2175.88	CARRET
2582	7623327.015	344904.955	2162.2566		2652	7623631.488	344190.56	2177.8587	
2583	7623291.939	344909.0759	2163.0894		2653	7623653.551	344171.9026	2179.2814	
2584	7623335.401	344899.384	2163.2213		2654	7623614.082	344190.3786	2177.8218	CARRET
2585	7623278.02	344909.7439	2162.6197		2655	7623636.928	344175.4982	2178.7472	
2586	7623346.85	344890.9032	2165.186		2656	7623653.784	344156.6936	2180.8226	
2587	7623279.438	344877.3815	2164.1121		2657	7623617.073	344173.5593	2179.0784	CARRET
2588	7623267.385	344911.6649	2162.3336		2658	7623641.232	344155.3193	2180.8469	
2589	7623350.127	344879.629	2167.1622	CARRET	2659	7623620.975	344156.7774	2180.5315	CARRET
2590	7623276.886	344863.1817	2164.7018		2660	7623648.803	344143.7742	2182.3642	
2591	7623341.588	344865.5221	2168.4652	CARRET	2661	7623661.574	344145.6057	2181.7053	
2592	7623275.953	344845.1194	2165.4983		2662	7623627.535	344139.1307	2182.1678	CARRET
2593	7623334.128	344852.1182	2169.2671	CARRET	2663	7623656.986	344134.179	2183.1011	
2594	7623273.526	344832.2835	2165.7835		2664	7623687.917	344131.8807	2182.3866	
2595	7623328.452	344836.9875	2170.1303	CARRET	2665	7623635.97	344121.0023	2184.3568	CARRET
2596	7623285.514	344904.8578	2163.0064		2666	7623663.211	344120.1849	2184.4676	
2597	7623295.745	344909.1431	2163.2128		2667	7623705.345	344118.1366	2183.8737	
2598	7623304.968	344902.9924	2163.3879		2668	7623643.016	344107.0952	2186.2836	CARRET
2599	7623318.095	344897.608	2165.0948		2669	7623670.166	344105.4258	2186.5566	
2600	7623310.62	344885.0242	2165.351		2670	7623718.461	344104.8086	2186.1548	
2601	7623305.88	344875.6504	2165.6865		2671	7623651.624	344087.9214	2188.8104	CARRET
2602	7623306.889	344861.8385	2166.5408		2672	7623683.115	344088.4091	2188.5363	
2603	7623306.281	344845.4409	2167.7563		2673	7623729.899	344084.9313	2189.3184	
2604	7623323.968	344821.589	2170.9647	CARRET	2674	7623662.674	344064.0745	2191.4206	CARRET
2605	7623270.859	344812.2773	2166.1327		2675	7623694.476	344067.6778	2191.1166	
2606	7623308.088	344825.732	2168.9703		2676	7623740.328	344072.6046	2191.2124	
2607	7623321.666	344808.0019	2171.5174	CARRET	2677	7623668.835	344050.871	2193.0127	CARRET
2608	7623294.867	344799.8977	2168.8622		2678	7623703.226	344045.1178	2193.8778	
2609	7623321.117	344794.3251	2172.0104	CARRET	2679	7623745.911	344056.2374	2192.7682	
2610	7623293.484	344782.8489	2169.3324		2680	7623677.226	344036.4938	2194.3957	CARRET
2611	7623320.423	344776.5548	2172.8	CARRET	2681	7623717.402	344034.713	2194.9785	
2612	7623297.047	344767.1808	2169.9326		2682	7623749.798	344041.3992	2194.2359	
2613	7623260.376	344790.7108	2165.9407		2683	7623687.444	344021.9888	2195.877	CARRET
2614	7623297.058	344767.1498	2169.9599		2684	7623728.33	344021.9955	2196.4721	
2615	7623320.272	344764.2173	2173.2165	CARRET	2685	7623698.583	344008.1246	2197.2526	CARRET
2616	7623264.539	344766.3015	2166.8023		2686	7623713.365	343994.2351	2198.2388	CARRET
2617	7623295.961	344754.7609	2169.9261		2687	7623744.546	344008.8359	2197.5802	
2618	7623319.977	344751.6524	2173.4509	CARRET	2688	7623732.069	343987.6265	2199.3833	CARRET
2619	7623263.843	344743.9052	2166.7681		2689	7623758.538	344027.4446	2195.5338	
2620	7623297.914	344737.5753	2170.6471		2690	7623753.302	343983.7556	2200.3056	CARRET
2621	7623320.044	344735.7013	2173.6671	CARRET	2691	7623760.664	344006.0026	2197.6504	
2622	7623263.893	344726.1338	2166.7122		2692	7623771.297	343980.1309	2200.9059	CARRET
2623	7623320.522	344721.739	2173.5195	CARRET	2693	7623779.932	344016.7248	2196.0545	
2624	7623298.619	344718.0412	2170.7239		2694	7623776.876	343999.7943	2198.5413	
2625	7623265.865	344702.6969	2165.9762		2695	7623790.97	343974.8863	2201.732	CARRET
2626	7623321.161	344707.7396	2173.2345	CARRET	2696	7623796.996	343997.0506	2199.1829	
2627	7623304.383	344697.8899	2169.8051		2697	7623811.39	344015.3061	2197.1517	
2628	7623270.77	344684.3532	2165.615		2698	7623808.736	343993.5774	2199.4247	
2629	7623326.134	344693.0394	2173.0839	CARRET	2699	7623804.417	343969.3464	2202.4774	CARRET
2630	7623278.976	344664.9045	2165.0846		2700	7623813.787	343963.8693	2202.6418	CARRET
2631	7623311.479	344676.6704	2168.4914		2701	7623836.563	344013.7741	2197.9983	
2632	7623331.803	344681.7707	2172.7811	CARRET	2702	7623824.22	343979.5699	2200.9647	
2633	7623289.193	344641.8186	2164.8739		2703	7623825.028	343963.695	2203.1356	CARRET

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
2704	7623848.267	343981.2245	2201.8002		2782	7623589.179	344250.2586	2170.9163	
2705	7623858.382	344005.9622	2199.0684		2783	7623612.543	344221.081	2174.6125	CARRET
2706	7623842.131	343961.2425	2203.926	CARRET	2784	7623597.222	344230.4471	2173.0496	
2707	7623878.436	344005.2593	2199.8426		2785	7623574.581	344244.0328	2168.0742	
2708	7623873.115	343978.2029	2202.6202		2786	7623588.555	344210.4284	2173.7947	
2709	7623869.667	343954.8368	2205.5952	CARRET	2787	7623571.203	344226.4891	2171.5504	
2710	7623893.892	344002.8935	2200.0965		2788	7623608.182	344208.1894	2176.0692	CARRET
2711	7623892.716	343972.6912	2203.1839		2789	7623559.958	344208.0785	2172.0579	
2712	7623889.064	343947.1694	2206.2847	CARRET	2790	7623582.098	344195.8262	2174.8305	
2713	7623911.633	343995.1464	2200.404		2791	7623550.388	344199.0892	2171.974	
2714	7623919.07	343965.7839	2203.9004		2792	7623578.423	344177.2786	2176.5645	
2715	7623910.106	343936.9815	2207.4621	CARRET	2793	7623547.854	344182.9294	2174.1761	
2716	7623932.685	343986.5529	2201.8094		2794	7623553.342	344165.8065	2175.8242	
2717	7623928.429	343928.2288	2208.646	CARRET	2795	7623582.548	344161.6478	2178.9045	
2718	7623946.554	343955.8441	2204.9538		2796	7623612.33	344174.8194	2179.2102	CARRET
2719	7623958.676	343984.034	2201.6422		2797	7623566.873	344152.7359	2178.8275	
2720	7623944.836	343920.5018	2209.6524	CARRET	2798	7623588.612	344146.7213	2181.0795	
2721	7623968.104	343946.6256	2206.0803		2799	7623574.94	344133.3841	2181.0045	
2722	7623990.401	343961.3786	2204.703		2800	7623616.123	344156.6321	2180.7583	CARRET
2723	7623978.947	343902.5565	2211.5403	CARRET	2801	7623587.774	344113.3378	2183.5947	
2724	7623996.355	343932.1005	2207.2703		2802	7623600.228	344127.6757	2183.9482	
2725	7624009.066	343944.47	2205.3713		2803	7623622.219	344137.9487	2182.4984	CARRET
2726	7623993.691	343890.4032	2212.912	CARRET	2804	7623603.396	344099.6819	2186.2696	
2727	7624013.131	343919.9086	2208.2459		2805	7623610.876	344110.1475	2186.0115	
2728	7624027.21	343936.3884	2208.0018		2806	7623630.226	344121.0956	2184.4542	CARRET
2729	7624006.515	343879.8049	2213.8834	CARRET	2807	7623599.82	344079.3225	2188.3176	
2730	7624027.894	343901.0525	2211.3615		2808	7623617.099	344092.9862	2188.5441	
2731	7624049.042	343921.2371	2210.387		2809	7623638.352	344104.5058	2186.5267	CARRET
2732	7624019.917	343864.0574	2215.4301	CARRET	2810	7623611.552	344060.371	2191.5108	
2733	7624041.356	343879.9232	2213.4298		2811	7623625.805	344073.6731	2190.9228	
2734	7624065.633	343898.5393	2212.0152		2812	7623646.238	344087.068	2188.8371	CARRET
2735	7624032.155	343847.347	2216.6888	CARRET	2813	7623620.012	344046.1665	2192.9653	
2736	7624052.479	343859.7324	2214.7553		2814	7623634.701	344051.2465	2193.4181	
2737	7624082.734	343875.9513	2213.1772		2815	7623654.851	344067.5771	2191.0648	CARRET
2738	7624041.245	343833.5067	2217.6687	CARRET	2816	7623628.799	344024.9497	2194.2515	
2740	7624095.187	343860.1845	2214.2461		2817	7623648.161	344029.3825	2195.75	
2741	7624049.281	343818.3978	2219.0958	CARRET	2818	7623665.515	344047.0503	2193.5322	CARRET
2743	7624099.918	343840.4549	2215.5178		2819	7623642.86	344004.0699	2196.6484	
2745	7624058.108	343805.2176	2220.0367	CARRET	2820	7623659.407	344005.7591	2197.6317	
2746	7624104.673	343826.7271	2220.5419		2821	7623678.546	344026.1214	2195.4906	CARRET
2747	7624064.714	343823.2605	2219.9212		2822	7623653.705	343983.5807	2199.4432	
2748	7624067.755	343790.5518	2221.2477	CARRET	2823	7623671.729	343991.6561	2198.7778	
2749	7624078.139	343830.3499	2220.6453		2824	7623665.295	343963.9687	2200.2621	
2750	7624116.168	343807.7435	2220.1883		2825	7623691.461	344009.1691	2197.2643	CARRET
2751	7624075.642	343773.9269	2222.7541	CARRET	2826	7623685.707	343973.0649	2200.3641	
2752	7624085.883	343809.8892	2220.77		2827	7623682.79	343947.6758	2201.6484	
2753	7624120.548	343791.7477	2220.8387		2828	7623704.358	343994.5613	2198.5037	CARRET
2754	7624082.743	343757.0514	2223.8707	CARRET	2829	7623704.017	343958.145	2201.462	
2755	7624094.178	343786.09	2220.8912		2830	7623708.195	343930.9036	2202.7795	
2756	7624125.104	343779.3623	2222.8198		2831	7623719.339	343985.4926	2199.0933	CARRET
2757	7624089.545	343739.0386	2224.5336	CARRET	2832	7623728.81	343917.7223	2203.9575	
2758	7624103.832	343764.7297	2221.9602		2833	7623725.15	343948.2468	2202.1124	
2759	7624124.219	343764.1734	2224.9131		2834	7623738.681	343981.4151	2199.7116	CARRET
2760	7624113	343743.1135	2224.5946		2835	7623745.737	343915.5154	2204.8747	
2761	7624096.008	343722.4709	2225.0725	CARRET	2836	7623749.338	343944.2653	2203.0148	
2762	7624125.284	343742.6156	2224.7099		2837	7623757.379	343978.4426	2200.4959	CARRET
2763	7624100.47	343702.1819	2225.4895	CARRET	2838	7623766.309	343913.8251	2206.2738	
2764	7624119.046	343719.7786	2225.5592		2839	7623776.041	343939.7722	2204.713	
2765	7624099.752	343687.7436	2225.2663	CARRET	2840	7623777.164	343973.7507	2201.251	CARRET
2766	7624112.868	343697.4808	2225.6248		2841	7623789.987	343908.8127	2207.6685	
2767	7624107.431	343682.1327	2225.11		2842	7623797.725	343966.5098	2202.2595	CARRET
2771	7624066.5	343694.1803	2226.3793		2843	7623806.65	343928.4291	2206.2749	
2772	7624047.435	343694.2374	2227.9373		2844	7623812.393	343902.2365	2209.5004	
2773	7624039.218	343706.7529	2229.1247		2845	7623820.783	343958.7538	2203.1785	CARRET
2775	7623617.062	344248.7214	2172.4067	B	2846	7623829.526	343924.9673	2207.168	
2776	7623630.186	344242.1583	2172.6818	CARRET	2847	7623836.5	343897.0144	2210.2633	
2778	7623605.021	344262.0522	2170.9993		2848	7623838.839	343956.1865	2203.8194	CARRET
2779	7623620.906	344232.2884	2173.6479	CARRET	2849	7623858.384	343952.636	2205.0604	CARRET
2780	7623595.12	344266.158	2166.6631		2850	7623861.357	343913.9137	2209.2097	
2781	7623604.61	344239.6873	2172.6934		2851	7623864.913	343891.0007	2211.6658	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
2852	7623878.812	343946.1537	2206.1173	CARRET	2922	7623451.788	344522.6506	2167.8876	
2853	7623887.078	343905.3807	2210.6645		2923	7623457.578	344551.7299	2170.7376	CARRET
2854	7623893.789	343879.0594	2214.4343		2924	7623417.236	344509.3318	2166.4656	
2855	7623897.471	343936.9609	2207.025	CARRET	2925	7623437.337	344543.7484	2167.4308	
2856	7623911.538	343896.16	2212.7295		2926	7623445.573	344566.1694	2171.1231	CARRET
2857	7623907.573	343871.8474	2215.6318		2927	7623392.043	344536.9632	2166.1829	
2858	7623917.037	343928.1079	2208.179	CARRET	2928	7623427.379	344560.2758	2167.4258	
2859	7623927.298	343861.9968	2217.0441		2929	7623433.641	344581.466	2171.1121	CARRET
2860	7623929.059	343882.0543	2214.7209		2930	7623415.628	344573.7454	2167.0428	
2861	7623937.452	343918.8759	2209.4122	CARRET	2931	7623374.694	344561.1439	2166.2127	
2862	7623951.382	343869.9	2215.8429		2932	7623416.379	344597.487	2170.9367	CARRET
2863	7623942.944	343850.3787	2219.1772		2933	7623395.677	344586.2575	2166.8533	
2864	7623957.522	343909.4384	2210.6791	CARRET	2934	7623402.41	344606.1413	2171.1683	CARRET
2865	7623965.698	343862.4515	2216.6635		2935	7623368.589	344580.9064	2165.9659	
2866	7623960.543	343837.6563	2220.3344		2936	7623380.707	344617.5633	2171	CARRET
2867	7623976.995	343897.3675	2212.0569	CARRET	2937	7623382.821	344593.6621	2166.4559	
2868	7623979.038	343849.1897	2218.2364		2938	7623327.668	344625.7025	2166.2139	
2869	7623995.414	343882.184	2213.6288	CARRET	2939	7623346.749	344648	2171	CARRET
2870	7623972.591	343820.2495	2222.1263		2940	7623318.283	344642.2934	2166.3746	
2871	7623990.637	343836.8912	2219.4119		2941	7623397.305	344667.6325	2184.9951	
2872	7624011.533	343865.0478	2215.2921	CARRET	2942	7623339.025	344660.1491	2171.4	CARRET
2873	7623983.76	343806.937	2223.2397		2943	7623405.727	344648.4149	2185.966	
2874	7624005.594	343811.0791	2221.8286		2944	7623337.52	344675.3939	2172.2488	CARRET
2875	7624025.257	343845.5644	2216.8265	CARRET	2945	7623355.556	344695.0125	2177.943	
2876	7623994.077	343784.2124	2225.6472		2946	7623368.782	344670.1579	2178.4619	
2877	7624013.524	343792.8964	2223.8386		2947	7623375.903	344656.6576	2177.9675	
2878	7624040.174	343825.5002	2218.2897	CARRET	2948	7623360.284	344642.1106	2171.233	CARRET
2879	7624003.488	343769.0978	2227.0946		2949	7623372.691	344628.7093	2170.9664	CARRET
2880	7624027.779	343774.1087	2225.1234		2950	7623383.332	344640.9313	2177.1635	
2881	7624054.105	343803.7468	2219.8466	CARRET	2951	7623389.749	344617.4958	2170.8522	CARRET
2882	7624011.539	343749.4292	2229.9249		2952	7623407.335	344637.0829	2181.9376	
2883	7624035.133	343751.1182	2227.3713		2953	7623402.143	344631.9302	2177.8104	
2884	7624067.063	343781.5549	2221.9017	CARRET	2954	7623401.637	344611.6776	2170.7908	CARRET
2885	7624015.607	343728.5242	2231.1343		2955	7623431.842	344633.0062	2182.9069	
2886	7624077.676	343759.2716	2223.6057	CARRET	2956	7623421.171	344619.9014	2176.4786	
2887	7624036.815	343753.0157	2226.9218		2957	7623416.43	344603.8845	2170.8374	CARRET
2888	7624024.25	343714.4868	2230.7163		2958	7623454.31	344622.402	2183.3124	
2889	7624086.02	343737.5803	2224.5083	CARRET	2959	7623434.958	344608.4269	2176.0799	
2890	7624048.888	343722.8977	2228.1262		2960	7623426.89	344595.8708	2170.8872	CARRET
2891	7624032.431	343695.8808	2229.5919		2961	7623470.465	344612.6361	2184.1854	
2892	7624094.581	343714.5379	2225.1281	CARRET	2962	7623451.451	344594.9258	2177.0406	
2893	7624054.165	343705.6478	2227.7005		2963	7623442.799	344576.7916	2171.1208	CARRET
2894	7624096.673	343692.8392	2225.11	CARRET	2964	7623459.519	344585.7043	2176.9943	
2895	7624007.782	343735.8667	2231.1855	BM1	2965	7623450.799	344566.1343	2170.827	CARRET
2896	7624015.801	343728.9069	2231.1747	B	2966	7623439.744	344590.0111	2173.6895	
2897	7623410.968	344349.0886	2181.1321	BM16	2967	7623448.7	344576.8819	2173.5554	
2898	7623413.943	344341.8361	2181.5396	B	2968	7623460.045	344555.4671	2170.5498	CARRET
2899	7623449.708	344391.3866	2171.6426	B	2969	7623452.291	344568.7638	2172.8231	
2900	7623435.686	344408.3111	2171.1011		2970	7623461.408	344555.6157	2171.2812	
2901	7623470.455	344440.5772	2164.4312		2971	7623456.53	344563.9786	2172.3408	
2902	7623500.881	344448.6622	2161.0012		2972	7623486.839	344601.1334	2184.6802	
2903	7623446.028	344448.9797	2165.1052		2973	7623469.282	344542.2885	2170.0353	CARRET
2904	7623481.773	344456.1454	2161.0625		2974	7623475.058	344576.1871	2178.3111	
2905	7623503.311	344451.541	2160.9549		2975	7623470.012	344542.9076	2170.9365	
2906	7623480.014	344465.987	2164.2668		2976	7623501.06	344582.1965	2184.2347	
2907	7623499.6	344456.5455	2162.2277		2977	7623493.32	344562.188	2177.9294	
2908	7623488.641	344462.1261	2165.0911		2978	7623475.65	344533.118	2169.4202	CARRET
2909	7623506.05	344459.6655	2167.0654		2979	7623499.419	344554.4706	2179.0245	
2910	7623495.83	344469.0592	2167.0436		2980	7623510.388	344573.6907	2184.1667	
2911	7623518.573	344472.3347	2169.2792	CARRET	2981	7623476.781	344534.4888	2170.6031	
2912	7623487.766	344485.1407	2167.4293		2982	7623517.399	344561.2109	2184.9253	
2913	7623509.825	344486.1449	2169.2932	CARRET	2983	7623510.304	344542.2069	2179.6598	
2914	7623500.546	344499.6141	2169.4671	CARRET	2984	7623487.282	344520.1604	2169.2297	CARRET
2915	7623474.51	344494.2139	2167.0705		2985	7623527.054	344547.0148	2185.9592	
2916	7623487.352	344512.8153	2169.215	CARRET	2986	7623524.364	344526.1856	2179.5125	
2917	7623464.218	344475.9954	2163.3396		2987	7623503.36	344504.3535	2169.2278	CARRET
2918	7623475.235	344526.1198	2169.6385	CARRET	2988	7623538.29	344536.1868	2186.733	
2919	7623467.476	344501.6224	2167.4695		2989	7623511.716	344491.5347	2169.2793	CARRET
2920	7623444.458	344491.2171	2165.6701		2990	7623529.213	344502.2593	2171.4541	
2921	7623467.321	344538.2822	2170.2127	CARRET	2991	7623553.544	344523.5353	2185.6665	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
2992	7623522.217	344476.4752	2169.0959	CARRET	3063	7623610.894	344300.9035	2168.9013	
2993	7623543.021	344494.711	2172.4232		3064	7623626.995	344296.7913	2167.3749	CARRET
2994	7623523.796	344476.9699	2169.8477		3065	7623619.267	344292.0454	2170.3637	
2995	7623565.43	344513.9973	2185.2671		3066	7623622.161	344305.2507	2166.228	CARRET
2996	7623551.03	344481.8464	2172.2456		3067	7623602.456	344311.9014	2166.5354	
2997	7623533.069	344461.6141	2168.8029	CARRET	3068	7623581.37	344297.2113	2169.377	
2998	7623578.087	344500.6431	2185.5186		3069	7623596.761	344316.1784	2166.0364	
2999	7623534.169	344462.8631	2169.6512		3070	7623616.13	344316.9994	2165.0959	CARRET
3000	7623560.032	344459.8205	2173.2616		3071	7623579.559	344311.5425	2168.998	
3001	7623542.85	344445.2524	2168.1867	CARRET	3072	7623612.017	344324.1729	2164.881	CARRET
3002	7623588.392	344485.857	2186.1436		3073	7623574.693	344323.2106	2168.6646	
3003	7623545.396	344445.4368	2169.7136		3074	7623604.592	344325.2579	2164.4964	
3004	7623569.625	344442.3136	2173.4672		3075	7623550.917	344317.2156	2169.8713	
3005	7623551.826	344431.8137	2167.3464	CARRET	3076	7623552.14	344347.6341	2168.3236	
3006	7623601.782	344469.6003	2186.7485		3077	7623589.306	344358.276	2166.3258	CARRET
3007	7623553.036	344432.0299	2168.3326		3078	7623534.568	344377.9832	2167.1257	
3008	7623581.295	344432.5084	2174.6619		3079	7623528.241	344385.9085	2166.8085	
3009	7623613.259	344453.6068	2185.9922		3080	7623584.292	344368.8881	2166.2493	CARRET
3010	7623561.064	344414.4338	2166.8057	CARRET	3081	7623574.3	344382.4838	2166.3985	CARRET
3011	7623590.692	344420.3794	2175.9084		3082	7623496.499	344419.8295	2165.3288	
3012	7623623.541	344439.3142	2185.09		3083	7623564.26	344397.1386	2166.6861	CARRET
3013	7623564.693	344411.9748	2168.4465		3084	7623558.993	344406.2025	2166.957	CARRET
3014	7623602.316	344406.1763	2175.1452		3085	7623551.862	344419.7871	2167.4313	CARRET
3015	7623573.915	344390.6845	2166.3175	CARRET	3086	7623545.539	344430.8979	2167.9423	CARRET
3016	7623631.758	344427.449	2181.702		3087	7623538.229	344442.5127	2168.5585	CARRET
3017	7623577.683	344390.4981	2168.2133		3088	7623531.394	344453.7601	2169.0243	CARRET
3018	7623603.404	344399.9781	2172.8106		3089	7623525.025	344462.0901	2169.3021	CARRET
3019	7623588.464	344372.9633	2166.452	CARRET	3091	7623602.595	344309.6406	2166.898	B
3020	7623617.343	344387.844	2170.2986		3092	7623519.578	344444.6466	2161.6022	B
3021	7623593.908	344358.6394	2166.1691	CARRET	3093	7623528.431	344440.7924	2164.2316	
3022	7623642.364	344415.9516	2173.8555		3094	7623534.794	344419.5385	2162.0482	
3023	7623624.713	344372.513	2173.5269		3095	7623539.833	344409.0447	2162.2892	
3025	7623645.704	344396.2809	2177.6903		3096	7623604.257	344276.2117	2166.6195	
3026	7623597.142	344359.001	2167.5433		3097	7623605.722	344282.0844	2166.2947	
3027	7623652.54	344377.2373	2180.2634		3098	7623603.19	344292.5126	2165.8654	
3028	7623630.345	344355.2032	2175.1969		3099	7623598.777	344290.3088	2165.4613	
3029	7623655.419	344352.8004	2182.767		3100	7623591.918	344300.9624	2164.8434	
3030	7623634.444	344340.934	2176.321		3101	7623589.855	344305.0279	2164.8624	
3031	7623608.973	344337.1724	2165.5682	CARRET	3102	7623584.667	344315.1801	2164.4827	
3032	7623660.424	344337.8502	2182.2306		3103	7623583.535	344322.3008	2164.0933	
3033	7623642.619	344327.6031	2174.9853		3104	7623548.902	344392.57	2162.6096	
3034	7623614.886	344335.0573	2168.3308		3105	7623545.315	344411.3329	2162.8037	
3035	7623636.819	344324.0299	2172.6956		3106	7623561.586	344373.0766	2163.1684	
3036	7623656.132	344324.4843	2177.5575		3107	7623584.478	344336.1612	2164.32	
3037	7623620.594	344316.3554	2165.212	CARRET	3108	7623570.692	344359.6927	2163.3828	
3038	7623664.847	344315.9673	2176.7638		3109	7623559.652	344387.2581	2163.7216	
3039	7623635.469	344317.9306	2166.3281		3110	7623580.855	344343.4658	2164.0105	
3040	7623669.056	344308.2303	2175.4773		3111	7623568.729	344370.4187	2163.5666	
3041	7623629.496	344303.5092	2166.8871	CARRET	3112	7623586.553	344343.2496	2163.4965	
3042	7623657.876	344306.7898	2165.8138		3113	7623601.427	344310.808	2166.6454	
3043	7623672.679	344300.0852	2174.7816		3114	7624017.813	343730.3129	2231.0384	
3044	7623636.148	344293.2064	2168.4454	CARRET	3115	7624020.124	343734.8447	2230.7042	
3045	7623667.717	344286.9568	2166.5051		3116	7624020.506	343740.314	2230.0982	
3046	7623669.782	344294.1148	2171.7401		3117	7624018.821	343742.0084	2230.0355	
3047	7623639.701	344285.1566	2169.214	CARRET	3118	7624023.751	343736.9487	2230.1497	
3048	7623656.439	344289.7074	2166.9473		3119	7624049.232	343686.4795	2227.3762	
3049	7623649.176	344283.0157	2168.9048		3120	7624065.129	343691.5097	2226.3721	
3050	7623674.615	344278.8302	2171.5124		3121	7624063.845	343678.541	2225.7344	
3051	7623671.294	344268.0981	2167.6575		3122	7624076.827	343691.9065	2225.7271	
3052	7623678.281	344262.6451	2170.7661		3123	7624076.831	343691.9077	2225.7265	
3053	7623644.934	344271.3988	2170.5843	CARRET	3125	7624089.52	343684.0444	2224.7393	
3054	7623645.997	344260.9816	2171.3551	CARRET	3130	7624134.953	343747.828	2221.6311	CARRET
3055	7623627.034	344261.5539	2171.4554		3131	7624130.829	343746.9179	2224.459	
3056	7623638.573	344256.5232	2171.1901	CARRET	3132	7624126.995	343734.3742	2225.0865	
3057	7623606.061	344263.1082	2171.0209		3133	7624123.115	343723.0409	2225.7097	
3058	7623621.091	344272.4759	2170.8016		3134	7624117.848	343707.5748	2225.765	
3059	7623600.126	344267.1777	2167.2079		3135	7624112.68	343691.1709	2225.3233	
3060	7623607.899	344276.6467	2170.5152		3136	7624108.025	343679.0451	2225.0338	
3061	7623637.146	344276.366	2169.6521	CARRET	3137	7624103.919	343669.6904	2224.2844	
3062	7623610.428	344285.7157	2169.8363		3138	7624097.853	343657.019	2223.5557	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
3139	7624090.344	343642.5381	2222.4652		3209	7624095.914	343671.8463	2224.2545	CARRET
3140	7624081.379	343628.7121	2221.5873		3210	7624113.365	343653.9531	2221.1951	CARRET
3141	7624074.999	343618.1901	2220.1757		3211	7624112.253	343654.4597	2221.4677	CARRET
3142	7624144.438	343772.2275	2220.9837	CARRET	3212	7624102.411	343654.9716	2221.0453	CARRET
3143	7624143.009	343772.7545	2220.9053	CARRET	3213	7624110.578	343655.0761	2221.4253	CARRET
3144	7624150.958	343769.234	2221.0202	CARRET	3214	7624099.635	343656.3784	2220.6527	CARRET
3145	7624152.568	343768.4087	2220.927	CARRET	3215	7624090.466	343657.6438	2223.398	CARRET
3146	7624153.637	343767.8316	2220.678	CARRET	3216	7624108.895	343644.9295	2220.8513	CARRET
3147	7624062.942	343600.7302	2218.2077		3217	7624098.721	343647.8663	2220.7553	CARRET
3148	7624053.619	343587.779	2216.9184	CARRET	3218	7624107.86	343645.511	2221.1597	CARRET
3149	7624150.363	343757.6957	2221.0132	CARRET	3219	7624106.126	343646.1196	2221.1243	CARRET
3150	7624149.049	343758.0157	2221.2821	CARRET	3220	7624095.928	343649.1356	2220.377	CARRET
3151	7624147.431	343758.421	2221.3698	CARRET	3221	7624104.168	343636.1237	2220.5203	CARRET
3152	7624147.235	343748.1346	2221.2403	CARRET	3222	7624103.196	343636.6894	2220.8112	CARRET
3153	7624145.985	343748.4966	2221.5228	CARRET	3223	7624094.707	343640.6648	2220.4197	CARRET
3154	7624144.316	343748.7599	2221.6123	CARRET	3224	7624101.553	343637.2874	2220.7797	CARRET
3155	7624144.202	343738.5803	2221.4249	CARRET	3225	7624092.271	343642.1348	2220.0808	CARRET
3156	7624142.979	343738.963	2221.7213	CARRET	3226	7624086.054	343647.3823	2222.7394	CARRET
3157	7624141.134	343739.097	2221.8116	CARRET	3227	7624090.781	343633.7537	2220.0821	CARRET
3158	7624141.033	343729.1544	2221.6233	CARRET	3228	7624099.219	343627.3205	2220.0965	CARRET
3159	7624139.907	343729.4741	2221.8642	CARRET	3229	7624098.059	343628.0891	2220.3883	CARRET
3160	7624138.026	343729.4905	2221.9651	CARRET	3230	7624088.417	343634.9429	2219.7518	CARRET
3161	7624141.473	343772.5043	2220.6767	CARRET	3231	7624078.753	343632.7019	2221.8551	CARRET
3162	7624141.211	343762.7547	2221.2679	CARRET	3232	7624096.639	343628.7925	2220.3489	CARRET
3163	7624138.282	343762.9629	2221.0016	CARRET	3233	7624086.473	343626.5812	2219.6794	CARRET
3164	7624138.425	343753.644	2221.5354	CARRET	3234	7624084.081	343628.1508	2219.3835	CARRET
3165	7624135.156	343753.3468	2221.256	CARRET	3235	7624073.193	343624.9469	2221.1307	CARRET
3166	7624135.51	343744.7224	2221.7401	CARRET	3236	7624093.988	343618.6506	2219.6133	CARRET
3167	7624132.185	343743.9749	2221.4479	CARRET	3237	7624092.996	343619.2766	2219.8956	CARRET
3168	7624137.801	343719.6165	2221.8927	CARRET	3238	7624091.564	343620.3336	2219.879	CARRET
3169	7624132.01	343733.8316	2221.8975	CARRET	3239	7624082.191	343619.5394	2219.278	CARRET
3170	7624136.839	343720.0243	2221.9958	CARRET	3240	7624081.017	343620.5053	2219.2021	CARRET
3171	7624132.014	343733.7998	2221.9042	CARRET	3241	7624079.739	343621.2172	2218.9544	CARRET
3172	7624135.025	343720.3265	2222.0708	CARRET	3242	7624088.592	343610.3749	2219.1369	CARRET
3173	7624129.089	343734.4819	2221.619	CARRET	3243	7624087.631	343610.9599	2219.387	CARRET
3174	7624134.906	343710.136	2222.0726	CARRET	3244	7624086.191	343612.0215	2219.3725	CARRET
3175	7624133.718	343710.4565	2222.0703	CARRET	3245	7624076.713	343611.204	2218.7525	CARRET
3176	7624128.957	343724.6876	2221.9854	CARRET	3246	7624075.36	343612.0613	2218.6444	CARRET
3177	7624126.041	343725.2981	2221.6629	CARRET	3247	7624074.106	343612.757	2218.4217	CARRET
3178	7624131.993	343711.1914	2222.1307	CARRET	3248	7624064.445	343613.3797	2219.8429	CARRET
3179	7624125.836	343714.8128	2222.0428	CARRET	3249	7624083.048	343602.1745	2218.5898	CARRET
3180	7624131.732	343700.4695	2222.0332	CARRET	3250	7624082.001	343602.8215	2218.8658	CARRET
3181	7624122.91	343715.7064	2221.7263	CARRET	3251	7624080.715	343603.9924	2218.853	CARRET
3182	7624130.615	343700.9043	2222.0892	CARRET	3252	7624070.658	343602.6254	2218.1872	CARRET
3183	7624122.726	343705.2821	2222.0399	CARRET	3253	7624069.417	343603.6424	2218.0679	CARRET
3184	7624128.813	343701.2748	2222.1366	CARRET	3254	7624068.21	343604.5042	2217.8081	CARRET
3185	7624119.793	343706.2125	2221.687	CARRET	3255	7624076.192	343595.0602	2218.3439	CARRET
3186	7624128.595	343691.0375	2221.9933	CARRET	3256	7624075.17	343596.2659	2218.3378	CARRET
3187	7624119.562	343695.8094	2221.985	CARRET	3257	7624064.602	343594.6946	2217.6343	CARRET
3188	7624127.443	343691.4571	2222.0631	CARRET	3258	7624063.264	343595.554	2217.5028	CARRET
3189	7624125.676	343691.8256	2222.0867	CARRET	3259	7624062.017	343596.4248	2217.2657	CARRET
3190	7624116.665	343696.6905	2221.6718	CARRET	3260	7624070.981	343588.174	2217.8538	CARRET
3191	7624125.169	343681.6781	2221.9374	CARRET	3261	7624069.867	343589.3516	2217.8475	CARRET
3192	7624124.058	343682.0557	2221.9839	CARRET	3262	7624059.395	343588.132	2217.1534	CARRET
3193	7624116.046	343686.3747	2221.8714	CARRET	3263	7624058.116	343589.1384	2217.0685	CARRET
3194	7624113.239	343687.3944	2221.5575	CARRET	3264	7624057.068	343590.0972	2216.7897	CARRET
3195	7624122.291	343682.4835	2221.9788	CARRET	3265	7624065.495	343581.3393	2217.3779	CARRET
3196	7624113.046	343678.5981	2221.7446	CARRET	3266	7624064.398	343582.5157	2217.3883	CARRET
3197	7624110.31	343679.9293	2221.4212	CARRET	3267	7624053.96	343581.7513	2216.686	CARRET
3198	7624121.453	343672.2715	2221.7314	CARRET	3268	7624052.884	343582.9143	2216.5786	CARRET
3199	7624120.414	343672.7521	2221.8323	CARRET	3269	7624057.581	343602.5574	2218.4182	CARRET
3200	7624109.12	343669.4792	2221.5248	CARRET	3270	7624051.797	343583.8248	2216.3369	CARRET
3201	7624118.549	343673.0437	2221.8332	CARRET	3271	7624060.101	343574.9543	2216.9316	CARRET
3202	7624106.366	343670.7408	2221.1806	CARRET	3272	7624058.916	343576.0855	2216.9378	CARRET
3203	7624099.936	343683.2292	2225.037	CARRET	3273	7624047.837	343574.7597	2216.1401	CARRET
3204	7624105.718	343661.9859	2221.2993	CARRET	3274	7624053.558	343567.587	2216.4095	CARRET
3205	7624117.478	343663.0046	2221.4705	CARRET	3275	7624052.444	343568.8432	2216.4065	CARRET
3206	7624116.456	343663.5046	2221.69	CARRET	3276	7624046.907	343576.0043	2216.0931	CARRET
3207	7624114.592	343663.7987	2221.6566	CARRET	3277	7624045.921	343577.2862	2215.868	CARRET
3208	7624103.083	343663.4764	2220.9287	CARRET	3278	7624045.305	343559.001	2215.7635	CARRET

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
3279	7624044.32	343560.2229	2215.7556	CARRET	3351	7624118.021	343696.2846	2221.9298	CARRET
3280	7624041.795	343568.1616	2215.6481	CARRET	3352	7624124.518	343699.1922	2222.113	CARRET
3281	7624040.979	343569.6568	2215.5964	CARRET	3353	7624120.544	343703.9135	2221.9504	CARRET
3282	7624050.944	343593.2982	2217.3236	CARRET	3354	7624126.926	343706.6593	2222.1479	CARRET
3283	7624037.174	343550.9043	2215.114	CARRET	3355	7624122.994	343711.5196	2221.9743	CARRET
3284	7624036.121	343552.1264	2215.0904	CARRET	3356	7624129.337	343714.2788	2222.1415	CARRET
3285	7624048.51	343581.8343	2216.584	CARRET	3357	7624125.485	343719.1169	2221.9412	CARRET
3286	7624039.586	343572.478	2215.3522	CARRET	3358	7624131.841	343721.8295	2222.1175	CARRET
3287	7624031.039	343545.2313	2214.6468	CARRET	3359	7624127.985	343726.623	2221.9172	CARRET
3288	7624029.984	343546.3098	2214.6474	CARRET	3360	7624134.331	343729.494	2222.0289	CARRET
3289	7624037.5	343563.9652	2215.3095	CARRET	3361	7624130.498	343734.3345	2221.8289	CARRET
3290	7624036.043	343565.2788	2215.1789	CARRET	3362	7624136.791	343737.07	2221.9159	CARRET
3291	7624030.876	343557.1935	2214.8123	CARRET	3363	7624132.983	343741.9639	2221.7093	CARRET
3292	7624029.705	343558.2012	2214.7151	CARRET	3364	7624139.301	343744.7143	2221.79	CARRET
3293	7624023.116	343538.1148	2214.1028	CARRET	3365	7624135.406	343749.5678	2221.5659	CARRET
3294	7624022.101	343539.3156	2214.1068	CARRET	3366	7624141.76	343752.2994	2221.6224	CARRET
3295	7624024.692	343551.3307	2214.3924	CARRET	3367	7624137.856	343757.1839	2221.3729	CARRET
3296	7624023.817	343552.7315	2214.3136	CARRET	3368	7624144.34	343759.9519	2221.4126	CARRET
3297	7624013.4	343529.9996	2213.5715	CARRET	3369	7624140.278	343764.8369	2221.1576	CARRET
3298	7624012.434	343531.2911	2213.5884	CARRET	3370	7624146.727	343767.5824	2221.1962	CARRET
3299	7624016.434	343543.9845	2213.8962	CARRET	3371	7624142.804	343772.3245	2220.9173	CARRET
3300	7624015.434	343545.2286	2213.8015	CARRET	3372	7624002.953	343560.1837	2211.0355	
3301	7624004.489	343523.1698	2213.1908	CARRET	3373	7624013.738	343574.6867	2213.6957	
3302	7624003.669	343524.49	2213.2456	CARRET	3374	7624013.199	343584.9029	2214.5228	
3303	7624007.772	343536.7227	2213.4584	CARRET	3375	7624030.013	343585.5049	2215.9916	
3304	7624006.621	343537.9019	2213.356	CARRET	3376	7624045.505	343592.9045	2217.2658	CARRET
3305	7623994.998	343516.2013	2212.8868	CARRET	3377	7624022.129	343602.8014	2216.5575	
3306	7623994.126	343517.5846	2212.9486	CARRET	3378	7624047.985	343597.2968	2217.7188	CARRET
3307	7623998.064	343529.1355	2213.0808	CARRET	3379	7624038.094	343603.602	2217.1786	
3308	7623997.135	343530.374	2212.995	CARRET	3380	7624055.559	343608.8993	2219.0028	CARRET
3309	7623987.155	343510.4593	2212.7044	CARRET	3381	7624045.655	343617.7396	2218.7005	
3310	7623986.503	343511.9405	2212.7959	CARRET	3382	7624004.271	343598.6269	2214.4306	
3311	7623988.09	343521.7976	2212.7989	CARRET	3383	7624059.02	343613.4503	2219.4792	CARRET
3312	7623987.682	343517.0416	2212.8525	CARRET	3384	7624012.574	343612.4451	2218.0065	
3313	7623994.124	343521.7087	2212.9793	CARRET	3385	7624065.103	343621.5944	2220.4211	CARRET
3314	7624000.576	343526.4944	2213.1467	CARRET	3386	7624052.97	343629.4896	2220.9314	
3315	7624006.856	343531.4028	2213.3846	CARRET	3387	7624071.081	343629.1289	2221.232	CARRET
3316	7624013.055	343536.3389	2213.6555	CARRET	3388	7624025.092	343636.4145	2222.3234	
3317	7624019.147	343541.5125	2213.9851	CARRET	3389	7624075.657	343636.8132	2221.9228	CARRET
3318	7624025.17	343546.8149	2214.3461	CARRET	3390	7624059.447	343643.2218	2222.6483	
3319	7624031.039	343552.2515	2214.7484	CARRET	3391	7624037.289	343656.8839	2225.1509	
3320	7624036.78	343557.7702	2215.1829	CARRET	3392	7624081.058	343647.8304	2222.6482	CARRET
3322	7624042.44	343563.4429	2215.6175	CARRET	3393	7624064.721	343654.8864	2223.6097	
3323	7624086.875	343619.7652	2219.5662	CARRET	3394	7624042.662	343665.5835	2225.8944	
3324	7624047.926	343569.3195	2216.0763	CARRET	3395	7624086.442	343660.0517	2223.474	CARRET
3325	7624082.55	343613.0475	2219.1572	CARRET	3396	7624068.551	343669.0538	2224.6293	
3326	7624053.319	343575.252	2216.5196	CARRET	3397	7624045.437	343679.5173	2227.0295	
3327	7624078.012	343606.4652	2218.7055	CARRET	3398	7624091.327	343673.0023	2224.1992	CARRET
3328	7624058.508	343581.2335	2216.9503	CARRET	3399	7624072.651	343679.9263	2225.2384	
3329	7624073.275	343599.9031	2218.2577	CARRET	3400	7624051.598	343687.267	2227.1875	
3330	7624068.583	343593.6602	2217.8292	CARRET	3401	7624095.565	343683.8868	2224.8685	CARRET
3331	7624087.387	343630.9012	2219.788	CARRET	3402	7624053.206	343694.7439	2227.5601	
3332	7624091.217	343626.7181	2219.9646	CARRET	3405	7624078.461	343696.196	2225.7643	
3333	7624095.213	343633.5322	2220.3282	CARRET	3406	7623435.241	344933.9354	2155.684	
3334	7624091.476	343637.8883	2220.1418	CARRET	3407	7623436.66	344927.5649	2159.8545	
3335	7624099.164	343640.4655	2220.6704	CARRET	3408	7623427.292	344933.6262	2154.2758	
3336	7624095.35	343644.9713	2220.4886	CARRET	3409	7623422.904	344932.3359	2154.2601	
3337	7624102.81	343647.3669	2220.9732	CARRET	3410	7623448.181	344938.2992	2154.5027	
3338	7624099.042	343652.1394	2220.7883	CARRET	3411	7623453.759	344940.7356	2154.562	
3339	7624106.384	343654.5621	2221.2347	CARRET	3412	7623459.285	344941.2673	2154.346	
3340	7624102.624	343659.2675	2221.083	CARRET	3413	7623459.863	344939.0055	2155.787	
3341	7624109.792	343661.7455	2221.4605	CARRET	3414	7623452.055	344935.1109	2157.1192	
3343	7624106.034	343666.4783	2221.3465	CARRET	3415	7623441.422	344931.4326	2157.1119	
3344	7624113.037	343669.1014	2221.6579	CARRET	3416	7623435.157	344931.4377	2157.1074	
3345	7624109.272	343673.8976	2221.5544	CARRET	3417	7623426.698	344931.1298	2157.5091	
3346	7624116.073	343676.4313	2221.8266	CARRET	3418	7623414.763	344925.5849	2157.6418	
3347	7624112.458	343681.358	2221.7199	CARRET	3419	7623404.627	344923.312	2157.7727	
3348	7624119.048	343683.9345	2221.9673	CARRET	3420	7623391.535	344919.6192	2157.9759	
3349	7624115.279	343688.768	2221.8446	CARRET	3422	7623433.026	344923.2956	2162.5346	
3350	7624121.847	343691.4336	2222.0601	CARRET	3423	7623441.918	344925.1381	2162.5663	

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
3424	7623454.134	344927.6798	2163.2734		3498	7623449.968	344977.251	2155.9602	
3425	7623425.431	344939.3794	2154.2765		3499	7623448.893	344978.4705	2155.9515	
3426	7623409.907	344935.8851	2154.3038		3500	7623437.556	344965.2356	2156.5997	
3427	7623408.784	344943.4196	2154.9184		3501	7623459.565	344995.3594	2156.3669	
3428	7623407.965	344926.2294	2154.9804		3502	7623482.307	345010.4471	2156.525	
3429	7623399.992	344950.305	2155.0122		3503	7623429.398	344961.3872	2157.1164	
3430	7623395.553	344922.8022	2155.1347		3504	7623433.051	344970.0646	2157.6253	
3431	7623389.862	344943.3108	2154.616		3505	7623437.144	344958.4533	2155.5749	
3432	7623381.64	344919.2516	2155.389		3506	7623440.262	344953.3094	2155.0476	
3433	7623390.457	344931.9194	2153.687		3507	7623439.161	344951.1512	2154.9323	
3434	7623365.959	344918.1907	2155.6258		3508	7623438.112	344947.6363	2154.6737	
3435	7623372.073	344934.8801	2153.6126		3509	7623434.5	344946.3062	2154.8889	
3436	7623356.839	344918.4142	2156.1239		3510	7623427.487	344949.1674	2155.5715	
3437	7623370.311	344942.8395	2154.2084		3511	7623426.078	344949.8985	2155.5473	
3438	7623359.702	344929.0349	2154.2317		3512	7623424.716	344950.7002	2155.4649	
3439	7623355.565	344944.2776	2154.1121		3513	7623424.989	344953.1236	2155.792	
3440	7623347.261	344919.5541	2156.2079		3514	7623424.209	344952.9799	2155.9437	
3441	7623350.451	344941.2442	2153.3704		3515	7623709.286	348077.4113	2248.515	CARRET
3442	7623334.18	344916.4172	2157.6279		3516	7623704.307	348074.1385	2249.1312	CARRET
3443	7623345.601	344930.5345	2153.8936		3517	7623725.551	348082.3527	2248.106	CARRET
3444	7623341.552	344923.0417	2156.0955		3518	7623714.249	348085.6625	2248.7514	CARRET
3445	7623336.942	344928.3	2154.8586		3519	7623707.564	348082.3693	2249.0679	CARRET
3446	7623328.298	344933.1171	2153.7965		3520	7623700.963	348078.2937	2249.3843	CARRET
3447	7623330.415	344924.1136	2157.2165		3521	7623696.009	348062.2441	2250.402	CARRET
3449	7623311.77	344933.2496	2154.6637		3522	7623692.002	348055.6236	2251.0566	CARRET
3451	7623300.124	344938.2173	2153.538		3523	7623692.519	348066.5475	2250.2489	CARRET
3452	7623295.443	344930.231	2154.9299		3524	7623688.425	348060.1889	2250.7971	CARRET
3453	7623285.998	344932.3513	2154.7289		3525	7623607.396	348016.1303	2262.6234	CARRET
3454	7623363.24	344910.8341	2159.952		3526	7623617.229	348026.1226	2263.6592	CARRET
3455	7623372.193	344910.5802	2161.8885		3527	7623612.718	348029.3632	2263.472	CARRET
3456	7623379.092	344910.1165	2162.9168		3528	7623594.797	347995.6267	2260.3595	CARRET
3457	7623389.863	344903.1058	2169.1312		3529	7623594.962	348002.0944	2261.044	CARRET
3458	7623409.93	344911.9122	2167.2712		3530	7623633.456	348041.9739	2265.4797	CARRET
3459	7623420.693	344908.5223	2171.2379		3531	7623628.456	348045.7379	2265.3305	CARRET
3460	7623407.918	344917.4857	2162.942		3532	7623635.125	348052.4082	2266.2923	CARRET
3461	7623421.489	344918.0281	2165.3991		3533	7623644.62	348053.1164	2267.0642	CARRET
3463	7623440.939	344918.05	2167.5233		3534	7623649.393	348058.3999	2267.8637	CARRET
3464	7623442.541	344925.6181	2162.3578		3535	7623476.229	348251.7735	2321.4945	CARRET
3465	7623443.217	344911.8883	2171.6375		3536	7623480.044	348257.9005	2322.339	CARRET
3466	7623452.289	344927.6344	2162.6482		3537	7623485.426	348261.6154	2323.1836	CARRET
3467	7623458.939	344920.002	2169.6989		3538	7623468.878	348249.0127	2321.3829	CARRET
3468	7623443.639	344911.5754	2172.4013		3539	7623470.516	348256.9326	2322.2424	CARRET
3469	7623453.171	344916.4628	2172.1819		3540	7623475.231	348263.9385	2323.1019	CARRET
3470	7623460.781	344915.8869	2173.7724		3541	7623480.539	348268.6112	2323.9614	CARRET
3471	7623459.273	344924.0149	2166.4727		3543	7624048.51	343581.8343	2216.584	GR
3472	7623462.219	344937.886	2156.89		3544	7624048.51	343581.8343	2216.584	GR
3473	7623480.326	344933.8986	2156.7157		3545	7623671.516	348404.5545	2344.0394	CARRET
3474	7623487.736	344929.7052	2160.1497		3548	7623416.508	347828.5762	2224.2206	CARRET
3475	7623485.473	344923.4896	2165.9513		3549	7623418.719	347837.5809	2223.2556	CARRET
3476	7623442.128	344957.3669	2155.506		3550	7623420.928	347846.5858	2222.2905	CARRET
3477	7623454.297	344958.3298	2155.7565		3551	7623423.138	347855.5905	2221.3255	CARRET
3478	7623456.767	344961.2924	2155.5981		3552	7623420.157	347867.0513	2220.36	CARRET
3479	7623482.415	344965.4526	2156.3554		3553	7623415.06	347851.9466	2222.5795	CARRET
3480	7623490.528	344988.428	2156.4869		3554	7623417.608	347859.4989	2221.4698	CARRET
3481	7623483.615	344979.7283	2155.7041		3557	7623445.79	347872.5946	2217.2544	CARRET
3482	7623492.063	344978.2886	2157.257		3558	7623437.406	347874.5696	2218.3603	CARRET
3483	7623498.122	344975.1	2157.6334		3559	7623424.589	347871.798	2219.9132	CARRET
3484	7623491.27	344965.1684	2157.6199		3560	7623627.834	348326.9491	2337.5251	CARRET
3485	7623485.102	344966.3762	2157.6239		3561	7623634.228	348329.9864	2338.2801	CARRET
3486	7623485.302	344967.5443	2157.6048		3562	7623640.622	348333.0237	2339.035	CARRET
3487	7623474.344	344959.6685	2155.1707		3563	7623652.419	348343.5318	2340.7912	CARRET
3488	7623479.482	344956.6882	2155.5266		3564	7623654.81	348357.4469	2341.8989	CARRET
3489	7623483.867	344955.0821	2157.1192		3565	7623657.777	348362.9905	2342.2786	CARRET
3490	7623475.941	344942.4593	2156.11		3566	7623665.51	348364.9886	2342.4687	CARRET
3491	7623471.266	344948.0076	2154.6625		3567	7623667.968	348370.9087	2342.747	CARRET
3492	7623465.854	344941.9704	2154.2332		3568	7623668.596	348423.3063	2344.4086	CARRET
3493	7623457.784	344961.4508	2155.5683		3569	7623567.945	348295.7827	2331.3017	CARRET
3494	7623455.156	344969.3158	2155.9948		3570	7623565.046	348281.0716	2330.7402	CARRET
3495	7623453.356	344972.3322	2155.9906		3571	7623542.133	348276.2206	2330.4647	CARRET
3496	7623452.717	344974.4198	2155.9611		3572	7623547.469	348277.7795	2330.277	CARRET

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
3573	7623546.219	348287.7814	2330.0067	CARRET	3643	7623622.046	347997.6928	2257.0696	CARRET
3574	7623552.731	348288.8885	2330.3465	CARRET	3644	7623649.408	348018.4247	2254.793	CARRET
3575	7623496.678	348266.8086	2324.8405	CARRET	3645	7623719.877	348031.1257	2241.3422	CARRET
3576	7623503.077	348269.5631	2325.6528	CARRET	3646	7623699.346	347986.0086	2236.0536	CARRET
3577	7623492.51	348275.9333	2325.5494	CARRET	3647	7623685.448	347942.3121	2230.4182	CARRET
3578	7623509.418	348281.262	2327.1587	CARRET	3648	7623675.248	347930.1066	2227.8709	CARRET
3579	7623529.347	348285.0461	2328.8532	CARRET	3649	7623661.055	347924.4538	2225.8537	CARRET
3580	7623520.028	348273.038	2327.7093	CARRET	3650	7623560.184	347926.3294	2214.7537	CARRET
3581	7623463.473	348085.5765	2294.4613	CARRET	3651	7623525.369	347921.6859	2211.5962	CARRET
3582	7623463.036	348091.6018	2295.2095	CARRET	3652	7623508.502	347908.0746	2210.1713	CARRET
3583	7623463.821	348105.4088	2296.9656	CARRET	3653	7623499.259	347911.7725	2209.9236	CARRET
3584	7623467.78	348121.6939	2299.5678	CARRET	3654	7623504.292	347913.9545	2210.2279	CARRET
3585	7623457.048	348084.8506	2294.6704	CARRET	3655	7623482.174	347910.564	2210.973	
3586	7623456.441	348099.9977	2296.4942	CARRET	3656	7623468.895	347910.5048	2210.7783	
3587	7623457.496	348115.8497	2298.9069	CARRET	3657	7623492.04	347917.7035	2212.456	
3588	7623661.169	348428.065	2344.3155	CARRET	3658	7623501.907	347924.8431	2213.939	
3589	7623666.134	348396.7471	2343.6135	CARRET	3659	7623502.472	347914.3776	2211.8654	
3590	7623662.467	348372.7661	2342.812	CARRET	3660	7623491.364	347906.5018	2209.6727	
3591	7623617.46	348316.3339	2337.2391		3661	7623491.702	347912.1026	2211.0644	
3592	7623617.039	348320.4955	2336.2208	CARRET	3662	7623488.602	347895.1089	2209.0707	CARRET
3593	7623605.237	348311.2884	2334.5796	CARRET	3663	7623495.764	347899.1343	2209.001	CARRET
3594	7623609.039	348327.1806	2336.7823		3664	7623458.716	347863.9213	2215.1493	CARRET
3595	7623615.826	348331.3119	2337.7282		3665	7623406.36	347809.5423	2225.638	CARRET
3596	7623543.946	348267.3202	2330.2368		3666	7623411.936	347780.9294	2227.4247	CARRET
3597	7623530.806	348268.6857	2330.3419		3667	7623411.942	347788.7157	2226.9113	CARRET
3598	7623538.881	348270.2793	2330.7456		3668	7623404.45	347780.7285	2227.3943	CARRET
3599	7623546.956	348271.8729	2331.1494		3669	7623404.277	347789.2399	2226.8976	CARRET
3600	7623486.638	348223.0022	2317.2569	CARRET	3670	7623338.534	347665.3838	2220.7997	CARRET
3601	7623498.034	348217.466	2315.0546	CARRET	3671	7623332.248	347666.2132	2220.5143	CARRET
3602	7623493.903	348222.0986	2315.9256	CARRET	3672	7623320.964	347612.2703	2216.6292	CARRET
3603	7623504.887	348171.5734	2308.2951	CARRET	3673	7623322.291	347620.864	2217.0388	CARRET
3604	7623498.379	348154.0104	2305.9178	CARRET	3674	7623314.937	347618.5482	2216.8225	CARRET
3605	7623501.676	348157.9017	2306.4667	CARRET	3675	7623319.182	347586.5274	2215.9996	CARRET
3606	7623504.971	348161.7928	2307.0157	CARRET	3676	7623316.978	347595.4063	2216.0922	CARRET
3607	7623493.587	348157.8715	2305.8881	CARRET	3677	7623325.065	347587.097	2216.0287	CARRET
3608	7623497.232	348161.2945	2306.5282	CARRET	3678	7623322.351	347595.3868	2216.1242	CARRET
3609	7623490.83	348162.9678	2307.8632		3679	7623403.866	347539.0428	2217.8478	CARRET
3610	7623494.463	348166.9229	2309.0085		3680	7623430.728	347409.2467	2217.3638	CARRET
3611	7623488.717	348145.2952	2304.3594	CARRET	3681	7623405.218	347389.0417	2218.7606	CARRET
3612	7623479.284	348146.4583	2303.7659	CARRET	3682	7623411.242	347383.2489	2218.8916	CARRET
3613	7623484.612	348150.4535	2304.507	CARRET	3683	7623355.163	347353.2101	2220.6641	CARRET
3614	7623476.434	348135.3342	2302.2561	CARRET	3684	7623357.621	347346.0954	2220.3032	CARRET
3615	7623488.467	348139.8726	2305.5053		3685	7623367.188	347351.1653	2220.6156	CARRET
3616	7623468.964	348073.452	2292.5559	CARRET	3686	7623301.954	347327.1895	2219.5129	CARRET
3617	7623487.706	348062.434	2289.2362	CARRET	3687	7623311.066	347329.9289	2219.4036	CARRET
3618	7623480.862	348064.8934	2290.3176	CARRET	3688	7623263.767	347317.899	2220.4375	CARRET
3619	7623486.092	348057.2124	2289.1645	CARRET	3689	7623274.493	347318.0298	2220.1562	CARRET
3620	7623478.956	348059.6023	2290.2738	CARRET	3690	7623285.218	347318.1606	2219.875	CARRET
3621	7623502.725	348057.8228	2287.0989	CARRET	3691	7623176.677	347291.9144	2228.1268	CARRET
3622	7623501.285	348052.4213	2287.0098	CARRET	3692	7623216.058	347273.5632	2231.6461	CARRET
3623	7623527.04	348054.1006	2283.9089	CARRET	3693	7623223.838	347270.3855	2232.3433	CARRET
3624	7623518.97	348054.8858	2284.9759	CARRET	3694	7623241.485	347268.2748	2233.6922	CARRET
3625	7623522.745	348047.2183	2284.3661	CARRET	3695	7623250.539	347251.0574	2235.0699	CARRET
3626	7623516.043	348048.6193	2285.1653	CARRET	3696	7623253.819	347247.1075	2235.6284	CARRET
3627	7623551.602	348044.4772	2281.792	CARRET	3697	7623267.231	347157.8732	2235.5905	CARRET
3628	7623544.217	348044.924	2282.3837	CARRET	3698	7623263.711	347165.322	2236.192	CARRET
3629	7623536.833	348045.3707	2282.9753	CARRET	3699	7623261.101	347228.2368	2235.8	CARRET
3630	7623542.647	348052.5987	2282.0769	CARRET	3700	7623267.234	347228.4539	2235.8	CARRET
3631	7623550.184	348051.8821	2281.3117	CARRET	3701	7623252.934	347200.0732	2236.8	CARRET
3632	7623566.532	348046.3615	2280.2871	CARRET	3702	7623257.772	347181.8716	2236.7956	CARRET
3633	7623574.077	348048.6924	2279.3737	CARRET	3703	7623255.353	347190.9725	2236.7978	CARRET
3634	7623565.764	348053.329	2279.6893	CARRET	3704	7623265.274	347183.2298	2237.0159	CARRET
3635	7623573.807	348055.4925	2278.8319	CARRET	3705	7623263.858	347190.8713	2236.9126	CARRET
3636	7623594.757	348055.2715	2277.0825	CARRET	3706	7623321.528	347085.3972	2232.2924	CARRET
3637	7623588.189	348053.1474	2277.7715	CARRET	3707	7623317.207	347092.6622	2232.496	CARRET
3638	7623587.307	348059.8267	2277.3409	CARRET	3708	7623363.776	346994.2549	2228.2959	CARRET
3639	7623592.763	348061.9974	2276.7073	CARRET	3709	7623360.535	347002.6979	2228.6164	CARRET
3640	7623604.508	348067.3507	2275.3197	CARRET	3710	7623384.25	346957.6472	2226.2367	CARRET
3641	7623612.313	348021.1264	2263.1413	CARRET	3711	7623380.187	346963.5999	2226.5096	CARRET
3642	7623606.866	347992.3064	2258.6953	CARRET	3712	7623415.216	346912.8625	2223.1466	CARRET



N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
3713	7623411.505	346919.755	2223.7717	CARRET	3783	7623245.728	345592.5837	2176.7635	CARRET
3714	7623440.626	346890.8425	2221.121	CARRET	3784	7623246.169	345602.9418	2176.0882	CARRET
3715	7623474.467	346872.8478	2218.6154	CARRET	3785	7623258.465	345634.2763	2176.8459	
3716	7623468.804	346876.4468	2218.935	CARRET	3786	7623264.124	345635.6093	2175.2937	
3717	7623503.998	346854.1584	2216.9305	CARRET	3787	7623280.392	345693.323	2174.712	CARRET
3718	7623499.138	346856.086	2217.1843	CARRET	3788	7623295.529	345711.4763	2174.8983	CARRET
3719	7623524.833	346849.8433	2215.661	CARRET	3789	7623310.668	345729.6295	2175.0847	CARRET
3720	7623516.847	346851.037	2216.1689	CARRET	3790	7623325.805	345747.7827	2175.271	CARRET
3721	7623518.301	346693.8647	2197.7414	CARRET	3791	7623467.048	345039.6777	2156.6639	
3722	7623515.189	346674.4962	2195.6384	CARRET	3792	7623476.1	345040.6739	2156.81	
3723	7623516.208	346680.5921	2196.3407	CARRET	3793	7623460.813	345002.7458	2156.4164	
3724	7623507.497	346600.9021	2188.1706	CARRET	3794	7623462.059	345010.1322	2156.4659	
3725	7623508.571	346606.7561	2188.7637	CARRET	3795	7623463.307	345017.5185	2156.5154	
3726	7623485.15	346551.8585	2185.1984	CARRET	3796	7623464.553	345024.9049	2156.5649	
3727	7623487.069	346556.7516	2184.9786	CARRET	3797	7623465.8	345032.2913	2156.6144	
3728	7623467.465	346485.5507	2188.6996	CARRET	3798	7623466.369	345001.5576	2156.3718	
3729	7623454.734	346455.6265	2189.6272	CARRET	3799	7623468.314	345009.3809	2156.4594	
3730	7623415.775	346425.653	2191.0683	CARRET	3800	7623470.261	345017.2042	2156.5471	
3731	7623421.192	346429.2903	2190.874	CARRET	3801	7623472.207	345025.0274	2156.6347	
3732	7623392.124	346413.0739	2192.3102	CARRET	3802	7623474.154	345032.8506	2156.7224	
3733	7623379.467	346407.546	2193.3219	CARRET	3803	7623480.407	344995.3514	2155.99	
3734	7623338.197	346349.9422	2191.534	CARRET	3804	7623470.738	345053.98	2156.9606	
3735	7623338.843	346355.8315	2191.7751	CARRET	3805	7623465.375	345067.2862	2157.1111	
3736	7623329.91	346328.552	2190.7325	CARRET	3806	7623460.013	345080.5924	2157.2616	
3737	7623321.856	346315.0225	2190.375	CARRET	3807	7623454.651	345093.8985	2157.4122	
3738	7623314.191	346294.1854	2189.6817	CARRET	3808	7623309.802	344940.7473	2153.9068	
3739	7623315.734	346300.8043	2189.9608	CARRET	3809	7623319.05	344936.9321	2153.8517	
3740	7623459.382	346180.7193	2182.215	CARRET	3810	7623327.369	344911.224	2162.1648	
3741	7623459.891	346176.0418	2182.305	CARRET	3811	7623319.694	344908.5559	2161.4837	
3742	7624082.404	343640.0421	2222.2972	CARRET	3812	7623312.374	344912.1567	2160.7109	
3743	7624100.111	343694.9627	2225.3779	CARRET	3813	7623325.337	344926.288	2158.7443	
3744	7624095.627	343703.6886	2225.119	CARRET	3814	7623330.866	344916.0849	2160.6054	
3745	7624098.239	343712.3264	2225.281	CARRET	3815	7623326.568	344918.6055	2160.6171	
3746	7623855.899	343958.0396	2204.7606	CARRET	3816	7623322.269	344921.1261	2160.6287	
3747	7623812.018	343960.3202	2202.64	CARRET	3817	7623317.954	344922.2941	2160.7209	
3748	7623630.379	344289.9829	2168.134	CARRET	3818	7623278.49	344929.3537	2157.1294	
3749	7623633.763	344283.1744	2168.893	CARRET	3819	7623272.353	344935.6608	2155.741	
3750	7623604.446	344335.5406	2165.3626	CARRET	3820	7623284.991	344928.3656	2157.2428	
3751	7623596.876	344346.9083	2165.8442	CARRET	3821	7623291.492	344927.3773	2157.3561	
3752	7623569.631	344398.6009	2166.4802	CARRET	3822	7623284.255	344927.6157	2157.8107	
3753	7623565.348	344406.5174	2166.643	CARRET	3823	7623290.021	344925.8778	2158.4921	
3754	7623529.451	344466.5677	2168.9006	CARRET	3824	7623295.788	344924.1398	2159.1734	
3755	7623525.834	344471.5215	2168.9982	CARRET	3825	7623286.11	344919.5544	2158.3469	
3756	7623446.799	344571.463	2170.9739	CARRET	3826	7623278.476	344921.6796	2157.6194	
3757	7623368.179	344625.1223	2170.8	CARRET	3828	7623347.617	344993.7311	2155.5528	CARRET
3758	7623356.467	344637.3227	2170.8	CARRET	3829	7623364.683	344995.9853	2156.1439	CARRET
3759	7623352.922	344650.332	2171.3717	CARRET	3830	7623371.021	344996.9665	2156.3271	CARRET
3760	7623409.672	345061.6823	2162.3053	CARRET	3831	7623440.638	344975.7676	2156.763	
3761	7623435.435	345050.9568	2159.2551	CARRET	3832	7623225.555	345287.4729	2173.8	
3762	7623427.265	345053.5579	2160.2994	CARRET	3833	7623205.328	345285.3824	2173.9	
3763	7623426.581	345060.0546	2160.4151	CARRET	3834	7623198.821	345282.3011	2177.4	
3764	7623421.319	345061.2016	2161.006	CARRET	3835	7623201.334	345317.6982	2175.4905	
3765	7623303.22	345185.7347	2168.685	CARRET	3836	7623240.803	345566.3356	2184.813	
3766	7623304.637	345190.2396	2168.8116	CARRET	3837	7623237.434	345583.3795	2183.2	
3767	7623201.099	345352.4113	2176.5104	CARRET	3838	7623235.64	345603.1881	2182.4	
3768	7623232.039	345425.2925	2179.5651	CARRET	3839	7623237.131	345616.2113	2182.4	
3769	7623238.043	345444.6089	2180.2522	CARRET	3840	7623239.637	345632.0401	2182.4	
3770	7623255.547	345540.5239	2179.8044	CARRET	3841	7623223.224	345641.2233	2182.4	
3771	7623252.872	345551.1051	2179.3529	CARRET	3842	7623248.5	345636.279	2174.9131	
3772	7623250.197	345561.6863	2178.9015	CARRET	3843	7623250.32	345647.8942	2174.7499	
3773	7623250.637	345573.392	2178.45	CARRET	3844	7623239.56	345660.3537	2178.8525	
3774	7623260.878	345541.6532	2179.8	CARRET	3845	7623253.443	345636.3681	2174.9407	
3775	7623253.197	345565.4573	2178.7875	CARRET	3846	7623255.638	345645.2049	2174.7857	
3776	7623255.757	345557.5226	2179.125	CARRET	3847	7623257.833	345654.0416	2174.6306	
3777	7623258.317	345549.5879	2179.4625	CARRET	3848	7623239.599	345646.1968	2180.6263	
3778	7623258.921	345554.3787	2180.7897		3849	7623264.439	345538.8145	2180.1861	
3779	7623250.086	345583.3437	2177.4308	CARRET	3850	7623265.512	345547.2269	2179.9412	
3780	7623249.962	345601.8544	2176.0826	CARRET	3851	7623262.122	345536.0277	2180.1155	CARRET
3781	7623250.391	345610.4134	2175.7537	CARRET	3852	7623386.509	345938.6888	2172.828	Q
3782	7623250.82	345618.9724	2175.4247	CARRET	3853	7623378.403	345944.2334	2173.2	Q

N°	Norte	Este	Altura	Descripcion	N°	Norte	Este	Altura	Descripcion
3854	7623371.037	345950.7774	2173.3026	Q	3933	7623500.752	346620.0562	2189.3305	
3855	7623362.962	345956.2358	2173.5272	Q	3934	7623499.315	346605.0331	2187.9275	
3856	7623359.197	345967.7451	2173.79		3935	7623497.877	346590.0098	2186.5246	
3857	7623388.758	345942.4221	2172.9214	Q	3936	7623499.963	346587.4451	2186.763	CARRET
3858	7623380.623	345948.6753	2173.0943	Q	3939	7623259.598	347301.7553	2213.6154	
3859	7623373.639	345955.2671	2173.4	Q	3940	7623245.962	347303.1043	2213.9507	
3860	7623366.345	345961.0592	2173.5529	Q	3941	7623244.541	347297.0846	2219.1233	
3861	7623346.707	345977.5059	2174.0933	Q	3942	7623239.144	347303.7788	2214.1184	
3862	7623343.504	345970.7349	2174.1046	Q	3943	7623298.816	347301.5016	2212.2329	
3863	7623393.054	345930.9344	2171.394	Q	3944	7623324.21	347306.1941	2211.1859	
3864	7623391.474	345925.4838	2171.4	Q	3945	7623349.62	347307.3797	2210.1388	
3865	7623391.181	345923.9076	2172.6268	CARRET	3946	7623376.437	347311.3637	2209.0917	
3867	7623398.009	345925.4142	2171.2728	Q	3947	7623402.629	347320.2556	2208.0447	
3868	7623403.514	345919.6386	2171.6203	Q	3948	7623431.259	347328.9583	2206.9976	
3870	7623395.965	345920.6813	2171.66	Q	3949	7623285.084	347290.55	2215.3266	
3871	7623399.327	345914.8597	2171.9381	Q	3951	7623313.884	347279.2683	2223.5047	
3872	7623402.022	345908.145	2172.2346	Q	3952	7623323.569	347258.1547	2227.8645	
3873	7623404.883	345908.8579	2171.03	Q	3953	7623299.083	347297.0546	2214.0838	
3874	7623416.126	345899.6255	2170.7	Q	3954	7623324.109	347300.7556	2212.8877	
3875	7623431.807	345879.2906	2169.6	Q	3957	7623343.947	347265.5076	2239.0712	
3876	7623424.596	345876.0461	2169.8334	Q	3958	7623307.602	347274.2772	2220.9741	
3877	7623389.234	345902.7411	2172.8848	CARRET	3959	7623451.246	347782.7834	2215.9964	
3878	7623386.094	345889.1839	2173.2076	CARRET	3960	7623453.283	347821.1141	2217.9026	
3879	7623383.233	345876.8267	2173.5017	CARRET	3961	7623451.924	347795.5603	2216.6318	
3880	7623386.082	345903.1705	2172.8848	CARRET	3962	7623452.604	347808.3373	2217.2672	
3881	7623383.659	345889.7479	2173.2076	CARRET	3963	7623620.921	348000.3246	2259.6307	
3883	7623380.797	345877.3906	2173.5017	CARRET	3964	7623510.189	348059.8475	2288.3442	
3884	7623375.145	345863.7121	2173.845	CARRET	3965	7623516.752	348058.3662	2287.3463	
3885	7623389.137	345916.8567	2172.567	CARRET	3966	7623523.316	348056.885	2286.3485	
3886	7623386.789	345931.8919	2172.703	CARRET	3967	7623467.017	348082.6041	2296.18	
3887	7623387.963	345924.3743	2172.635	CARRET	3968	7623466.122	348086.5494	2296.4476	
3888	7623390.524	345927.4593	2172.6651	CARRET	3969	7623465.448	348095.5334	2297.292	
3889	7623392.17	345938.7331	2172.9962	CARRET	3970	7623465.67	348100.5722	2297.8689	
3890	7623394.47	345946.4553	2173.289	CARRET	3971	7623465.891	348105.6109	2298.4458	
3891	7623392.852	345956.0463	2173.582	CARRET	3972	7623491.846	348260.4558	2325.7697	
3892	7623390.805	345949.2342	2173.2517	CARRET	3973	7623497.367	348263.5169	2326.5245	
3893	7623409.559	345995.9868	2175.993	CARRET	3974	7623520.102	348268.568	2329.1531	
3894	7623398.902	345961.1456	2173.9837	CARRET	3975	7623388.017	347731.5048	2229.606	
3895	7623397.19	345968.7223	2174.3855	CARRET	3976	7623370.798	347801.6544	2236.02	
3896	7623403.166	345975.0821	2174.7874	CARRET	3978	7623634.202	348468.5933	2353.1509	M
3897	7623400.866	345983.0923	2175.1893	CARRET					
3898	7623407.428	345989.0186	2175.5911	CARRET					
3899	7623408.011	346007.3337	2176.6662	CARRET					
3900	7623411.371	346018.1202	2177.3396	CARRET					
3901	7623420.06	346026.8499	2178.013	CARRET					
3902	7623413.06	346006.2745	2176.6663	CARRET					
3903	7623416.56	346016.5623	2177.3397	CARRET					
3904	7623420.103	346046.5655	2178.665	CARRET					
3905	7623434.045	346075.1225	2180.175	CARRET					
3906	7623445.25	346105.1125	2179.724	CARRET					
3907	7623471.637	346159.2645	2181.495	CARRET					
3908	7623450.528	346115.943	2180.0782	CARRET					
3909	7623455.805	346126.7733	2180.4324	CARRET					
3910	7623461.083	346137.6037	2180.7866	CARRET					
3911	7623466.36	346148.4341	2181.1408	CARRET					
3912	7623465.676	346132.652	2180.8131	CARRET					
3913	7623470.67	346145.1048	2181.1542	CARRET					
3914	7623374.998	346354.1124	2188.3854						
3919	7623381.45	346355.6376	2183.3034						
3920	7623368.149	346363.4793	2186.4972						
3921	7623354.848	346371.321	2189.691						
3922	7623364.136	346358.2035	2189.686						
3923	7623353.275	346362.2945	2190.9865						
3926	7623484.131	346635.0397	2184.625						
3927	7623491.722	346644.36	2184.625						
3928	7623490.997	346655.2956	2185.072						
3929	7623484.867	346662.4637	2185.519						
3930	7623495.869	346664.2157	2192.19						
3931	7623502.19	346635.0793	2190.7335						
3932	7623506.314	346649.5801	2191.4617						

# **ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR**

## **1. Introducción**

El estudio de tráfico vehicular está dirigido a cuantificar, clasificar, conocer el volumen de los vehículos que transitan por el camino, siendo esto un elemento que sirve para: determinar las características de diseño del paquete estructural; para identificar la categoría al que pertenece el camino.

Con la guía del A.B.C. a través de la información que tiene tabulada para categorizar el camino en función al tráfico promedio diario T.P.D. ha sido posible en definir la categoría al que pertenece el camino.

## **2. Objetivo**

### **2.1. Objetivo general**

- Conocer la demanda de tráfico del tramo Carlazo Centro – Carlazo Este, realizando aforos de vehículos y procesando la información en gabinete, para poder lograr categorizar el camino que se pretende diseñar.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Realizar el aforo vehicular en campo para conocer el volumen de tráfico.
- Conocer la información de categorización de caminos en base a la guía ABC.
- Procesar la información de campo para lograr conocer el tráfico diario proyectado.

## **3. Clasificación de carreteras por aspectos técnicos**

La clasificación por aspectos técnicos de las carreteras es aquel en que cada país se ha desarrollado para identificar a las carreteras desde la etapa de diseño, construcción y mantenimiento. Los aspectos técnicos más relevantes que han tomado las normas son el tipo de carretera, la velocidad de proyecto admisible y el tráfico permitido representado por la cantidad de vehículos diario que circulara en la carretera.

De acuerdo al manual de la Administradora Boliviana de Carreteras la clasificación por aspectos técnicos es el siguiente:

Tabla N° 1. Clasificación funcional según aspectos técnicos más relevantes

Categoría	Tipo de calzada	Trafico	Velocidad de proyecto (km/h)
Autopistas	Unidireccionales	TPD > 10000	120-100-80
Autorutas	Unidireccionales	TPD > 5000	100-90-80
Primarios	Unidireccionales o bidireccionales	UD > 3000	100-90-80
		BD > 1500	100-90-80
Colectores	Unidireccionales o bidireccionales	UD = Caso especial	80-70-60
		BD > 500	80-70-60
Local	Bidireccionales	No especificado	70-60-50-40
Desarrollo	Bidireccionales	No especificado	50-40-30

Fuente: Manual de la ABC “Diseño geométrico”

#### 4. Información de tráfico

##### 4.1. Información obtenida en campo

En el campo se logró conocer que por la ruta transitan cuatro tipos de vehículos, siendo estos los que se indican en el cuadro N°1. El aforo se realizó en veintiocho días seguidos donde se registra que transitan en mayor cantidad vehículos pequeños, luego viene los vehículos tipo camioneta y por ultimo y en menor cantidad de tránsito el camión mediano. También es importante hacer conocer que los datos aforados corresponden a vehículos que transitan en ambos sentidos.

Cuadro N° 1. Aforo, camino Carlazo Centro-Carlazo Este

Aforo, camino Carlazo Centro-Carlazo Este					
Fecha de aforo	Tipo de vehículo				
	Automóvil, vagoneta	Camioneta	Camión mediano	C2 Camión grande 2 ejes	Total
7/12/2020	15	8			23
8/12/2020	17	6			23
9/12/2020	19	7			26
10/12/2020	13	7	3		23
11/12/2020	16	17			33
12/12/2020	15	7			22
13/12/2020	16	1		2	19
14/12/2020	15	3			18
15/12/2020	16	5			21
16/12/2020	14	4			18
17/12/2020	11	3			14
18/12/2020	16	4	1		21
19/12/2020	17	2	1		20
20/12/2020	13	2	3		18
21/12/2020	16	4	1	4	25
22/12/2020	18	3	1		22
23/12/2020	17	3	1		21
24/12/2020	15	2	4		21
25/12/2020	15	2			17
26/12/2020	14	2	1		17
27/12/2020	24	2	1		27
28/12/2020	15	5			20
29/12/2020	12	4	1	3	20
30/12/2020	13	6			19
31/12/2020	12	7			19
1/1/2021	12	4			16
2/1/2021	11	7	1		19
3/1/2021	13	3			16
Total: TPD	15	5	2	3	25

Fuente: Elaboración propia

## 5. Trafico promedio diario futuro

El proyecto de caminos nuevos o el mejoramiento de las existentes no deben basarse solamente en las características del volumen del tráfico actual, sino que se debe tomar en cuenta el incremento en años futuros. De esta manera el volumen de proyecto ha de corresponder al del año escogido para proyectar.

Considerando que, una vez culminada el diseño del camino, el camino será construida, culminada y puesta en servicio el año 2026. Por otro lado, el periodo de diseño es de 10 años, entonces el TPD deberá de ser proyectada hasta el año 2036.

Con fines de tener información referente al tráfico, se proyecta hasta el año 2046, es decir 20 años. Pero el diseño del paquete estructural, se mantiene con 10 años.

Para su determinación de la proyección del TPD se usa un proceso iterativo con ayuda de la ecuación que se señala a continuación.

$$(F_c) = \left[ 1 + \frac{(I_c)}{100} \right]^n$$

Donde:

(F<sub>c</sub>) = Factor de crecimiento vehicular.

(I<sub>c</sub>) =Tasa de crecimiento vehicular, en %.

(n) = Número de años hasta el período de diseño.

### 5.1. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento vehicular, se establece a partir de la información del INE de Tarija, donde se tiene información registrada por cada año de la cantidad de tipos de vehículos. De esta información se obtiene la cantidad de vehículos del registro por año, y a partir de esta información es posible determinar la tasa de crecimiento anual promedio obteniendo 9.6 %.

## 5.2. Tráfico diario normal proyectado

Como base para un proyecto, generalmente se usa un periodo de 10 años. Estimar el tráfico más allá de ese periodo no se justifica, debido a que para ese entonces surgirán cambios en la economía regional, en la población, en el desarrollo de los terrenos ubicados a lo largo de la vía en los sistemas de transporte, que no se puede predecir con ningún grado de seguridad.

Tomando en cuenta lo anterior, el tráfico normal proyectado en función a la tasa de crecimiento anual es como sigue a continuación:

Cuadro N° 2. Tráfico diario normal proyectado

Tráfico promedio diario proyectado					
Año	Tipo de vehículo				Total
	Automóvil	Camioneta	Camión mediano	Camión grande 2E	
2021	15	5	2	3	25
2022	17	6	3	4	30
2023	19	7	3	4	33
2024	20	7	3	4	34
2025	22	8	3	5	38
2026	24	8	4	5	41
2027	26	9	4	6	45
2028	29	10	4	6	49
2029	32	11	5	7	55
2030	35	12	5	7	59
2031	38	13	6	8	65
2032	42	14	6	9	71
2033	46	16	7	10	79
2034	50	17	7	10	84
2035	55	19	8	11	93
2036	60	20	8	12	100
2037	66	22	9	14	111
2038	72	24	10	15	121
2039	79	27	11	16	133
2040	86	29	12	18	145
2041	94	32	13	19	158
2042	103	35	14	21	173
2043	113	38	16	23	190

Tráfico promedio diario proyectado					
Año	Tipo de vehículo				Total
	Automóvil	Camioneta	Camión mediano	Camión grande 2E	
2044	124	42	17	25	208
2045	136	46	19	28	229
2046	149	50	20	30	249

Fuente: Elaboración propia



# ESTUDIO HIDROLÓGICO

## 1. Introducción

La aplicación de los sistemas de información geográfica como el ArcGIS 10.2, el WMS 11.0 nos permiten conocer algunos datos necesarios, para luego tomar decisiones de las estaciones a utilizar para lograr determinar las curvas intensidad duración frecuencia IDF.

## 2. Objetivo general

Determinar las curvas IDF de la zona en estudio, procesando información pluviométrica, para luego determinar los caudales de diseño para la cuenca y subcuencas de interés.

## 3. Característica de la cuenca

### 3.1. Ubicación

La cuenca de aporte se ubica al este del municipio de Tarija a 30 km aproximadamente. Se constituye hidrográficamente en las nacientes de la cuenca del río Santana.

### 3.2. Principales características físicas de la cuenca de Aporte

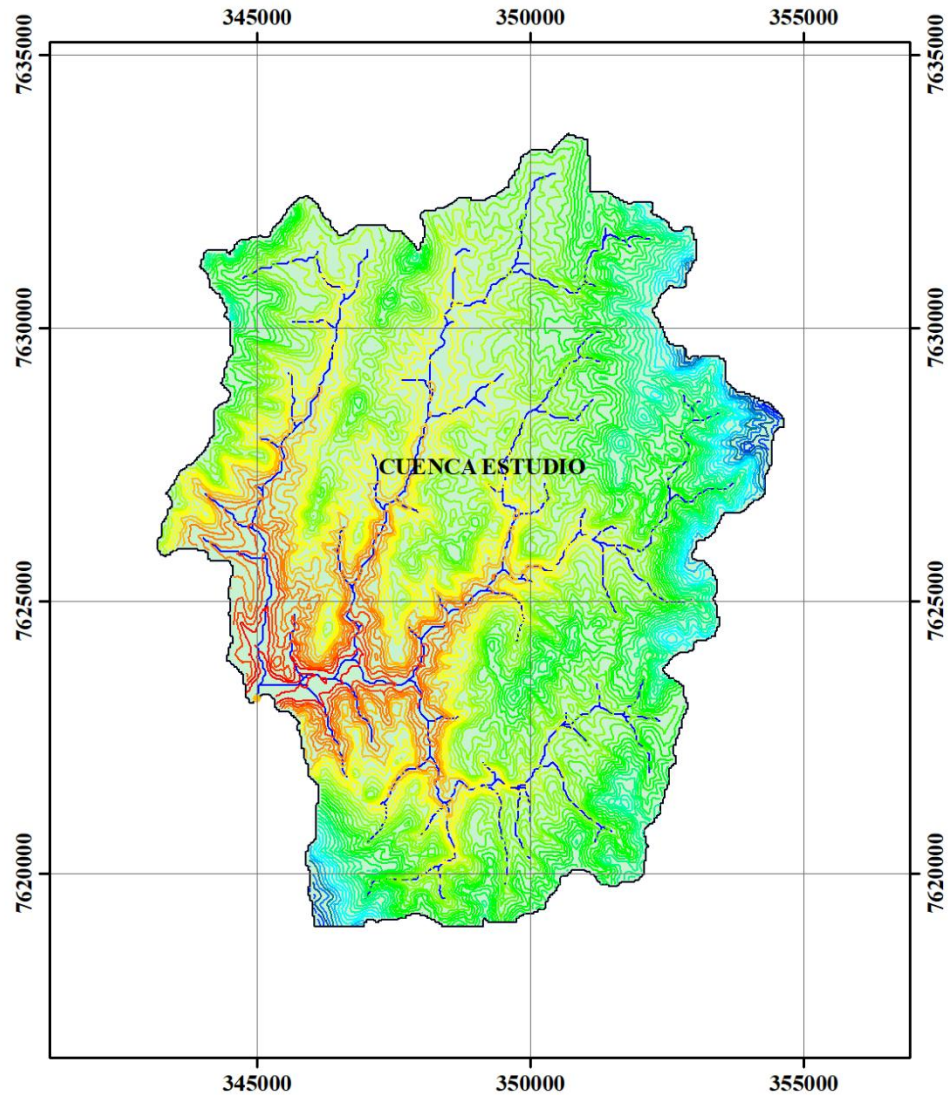
En el siguiente cuadro se presentan las características físicas más importantes, las mismas que han sido estimadas sobre la base de las imágenes satelitales ASTER GEDEM procesadas en WMS 11.0.

Cuadro N° 1. Parámetros físicos de la cuenca

Parámetros de la cuenca		
Área de la cuenca	107.6	km <sup>2</sup>
Perímetro de la cuenca	65	km
Elevación inicial del cauce mayor	2162	m.s.n.m
Elevación máxima del cauce mayor	2440.5	m.s.n.m
Elevación media de la cuenca	2430.19	m.s.n.m
Pendiente de la cuenca	0.251	m/m
Longitud del cauce más largo	15.13	km
Pendiente del río principal	0.024	m/m

Fuente: Elaboración propia

Mapa N° 1. Cuenca estudio



Fuente: Elaboración propia

#### 4. Estaciones meteorológicas

En la zona de estudio la única estación climatológica con más años de registro y más cercana al área del proyecto es la estación de Yesera Norte, la cual será la estación base para realizar el estudio hidrológico apoyada en las estaciones cercanas con la finalidad de realizar la triangulación para la construcción de los polígonos de Thiessen y las Isoyetas. Las estaciones que fueron consideradas como apoyo son las siguientes: Yesera Sud, Narvárez, Cena Vit, y el de aeropuerto que se adoptan como estaciones

fundamentales, dicho análisis se basa en los años de registro y la confiabilidad de la información, especialmente se analizaron los últimos años con el objetivo de uniformizar la información. En el mapa N° 2 se puede observar la localización de las estaciones consideradas en el análisis.

Bajo estas condiciones se trabajará directamente con la información original, completando algunos datos faltantes con apoyo de registro de estaciones que tienen el registro para el mes del año que falta la información.

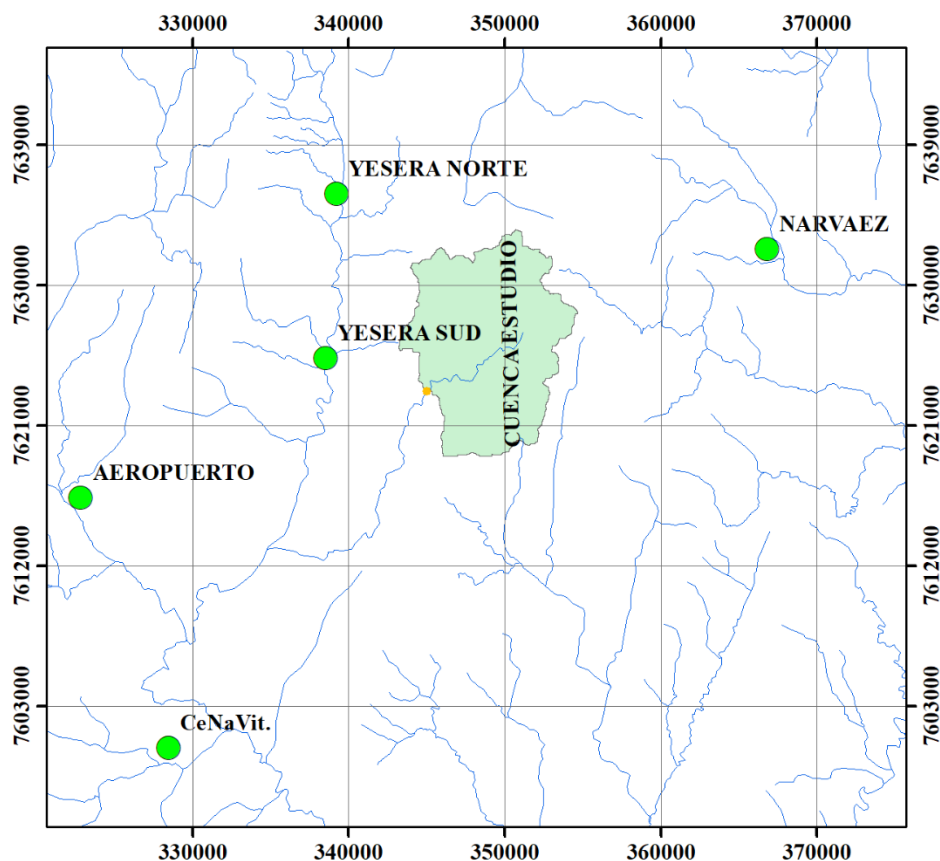
Cuadro N° 2. Ubicación de estaciones climatológicas

Estación	Norte	Este	Altura
Yesera Norte	7635863.468	339212.19	2277
Yesera Sud	7625338.472	338538.95	2092
Cena Vit	7600352.302	328469.42	1730
Narváz	7632329.92	366808.06	1755
Aeropuerto	7616377.672	322831.23	1849

Fuente: Senamhi, Tarija

La estación de aeropuerto es de apoyo para las pruebas de homogeneidad de las otras estaciones.

Mapa N° 2. Localización de las estaciones



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1. Análisis de consistencia

Tal como lo señala el manual de hidrología del ABC, el primer paso que debe realizarse al efectuar alguna evaluación espacial de cualquier precipitación es verificar que el periodo de la estadística pluviométrica que se va a analizar es consistente, o sea, que la estación haya sido observada durante dicho periodo, de la misma forma, con el mismo criterio y que su instalación no haya sufrido variaciones de ningún tipo.

Para esta verificación se recomienda el método de las curvas doble acumuladas, o de doble acumulación (CDA) o método de doble masa (MDM).

Para este análisis se utilizó las estaciones de Yesera Sud, Yesera Norte, Narvárez, Cena Vit y como estación patrón El Aeropuerto por la confiabilidad y calidad de la información, a continuación, se muestra un cuadro de las precipitaciones utilizadas.

Cuadro N° 3. Precipitación total anual y años de registro

Precipitación total anual (mm)					
Año	Aeropuerto	Yesera Sud	Yesera Norte	Narvárez	Cena Vit
1955	497.1				
1956	671.1				
1957	558.2				
1958	623.3				
1959	598.6				
1960	705.1				
1961	710.7				
1962	532.6				
1963	677.9				
1964	505.2				
1965	506.3				
1966	672.0				
1967	645.6				
1968	600.3				
1969	630.7				
1970	697.1				
1971	692.7				
1972	544.0				
1973					
1974	674.0				
1975	657.9				
1976	500.1				
1977	564.9		728.7		
1978	721.3		755.2		
1979	616.1		752.8	1358.2	
1980	540.6		566.9	1176.3	
1981	707.4		875.2	1673.1	
1982	554.9		707.8	1035.8	
1983	310.0		403.1	719.0	
1984	676.6		986.9	1625.0	
1985	718.6		716.7	1523.9	
1986	701.9		820.3	943.0	
1987	563.9		599.1	975.6	

Precipitación total anual (mm)					
Año	Aeropuerto	Yesera Sud	Yesera Norte	Narváez	Cena Vit
1988	659.3			1065.8	
1989	566.6			1043.2	
1990	528.3		692.6	1085.1	512.5
1991	664.0		620.5	1252.0	468.6
1992	623.7		597.0	1007.0	472.1
1993	629.0		669.0	1086.1	505.7
1994	513.5		469.5	1110.3	401.7
1995	518.7		597.0	1105.6	424.0
1996	680.4		676.8	1212.2	421.6
1997	461.6		616.5	1124.3	436.1
1998	371.1		494.5	855.3	290.2
1999	652.0		652.5	1452.4	377.0
2000	593.4		632.5	1110.5	511.3
2001	669.8		603.0	998.3	429.1
2002	562.7	351.4	505.5	1193.8	477.3
2003	531.6	456.7	684.2	1075.4	582.4
2004	523.2	376.4	561.1	1260.4	316.9
2005	655.1	563.2	693.8	1028.9	453.2
2006	634.9	466.2	737.0	1682.8	469.3
2007	650.4	422.3	717.5	1249.5	530.2
2008	760.2	712.0	933.8	1382.9	767.8
2009	520.2	425.0	603.5	1178.3	551.3
2010	479.2	318.3	525.0	743.5	257.3
2011	750.6	474.9	665.5	1264.7	494.6
2012	628.1	458.3	621.6	897.5	472.6
2013	441.2	413.4	713.3	555.7	393.8
2014	489.2	360.8	592.5	893.9	405.2
2015	758.7	569.6	786.2	1568.4	476.8
2016	387.4	288.3	594.0	1194.8	303.5
2017	495.5	358.0	551.7	974.6	341.0
2018	650.8	597.0	716.6	1178.5	601.8
2019	562.0	388.3	598.8	1331.6	316.3
Media	596.7	444.5	659.4	1151.1	448.7

Fuente: Senamhi, Tarija

A continuación, se detalla el análisis utilizando la metodología de la curva doble masa para las estaciones más cercanas a la cuenca:

$$P_{i\ acum} = P_i + P_{(i+1)acum}$$

Donde:

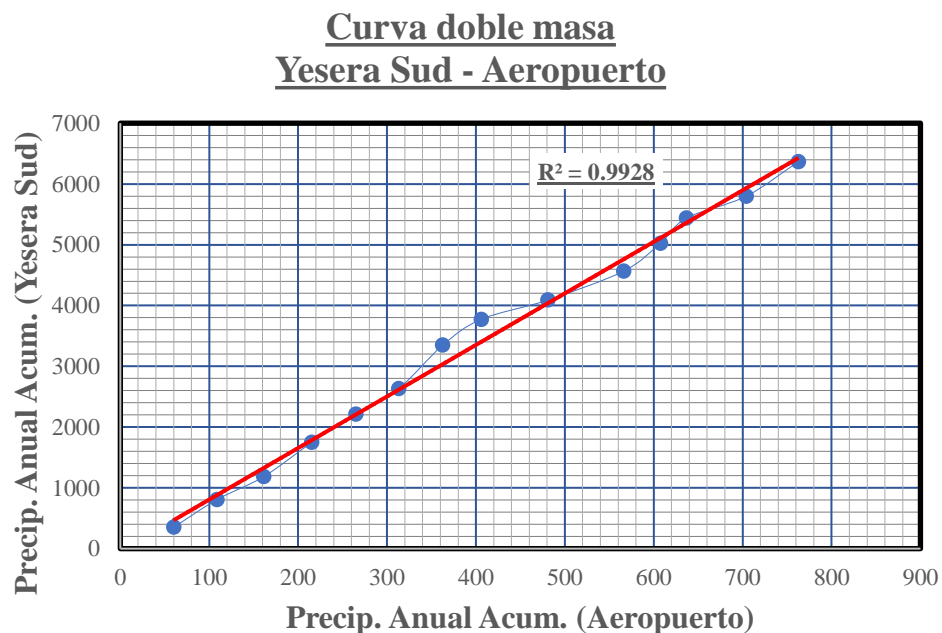
$P_{i\ acum}$  = Precipitación acumulada, en mm

$P_i$  = Precipitación anual, en mm

$P_{(i+1)acum}$  = Precipitación acumulada inmediatamente anterior, en mm

Aplicando la ecuación anterior de precipitación acumulada se tiene, para las estaciones de, Yesera Norte, Yesera Sud, Narváez, Cena Vit que serán las utilizadas para el cálculo de la precipitación máxima media de la cuenca de aporte en base al Polígono de Thiessen. Del análisis de consistencia se tiene los siguientes gráficos:

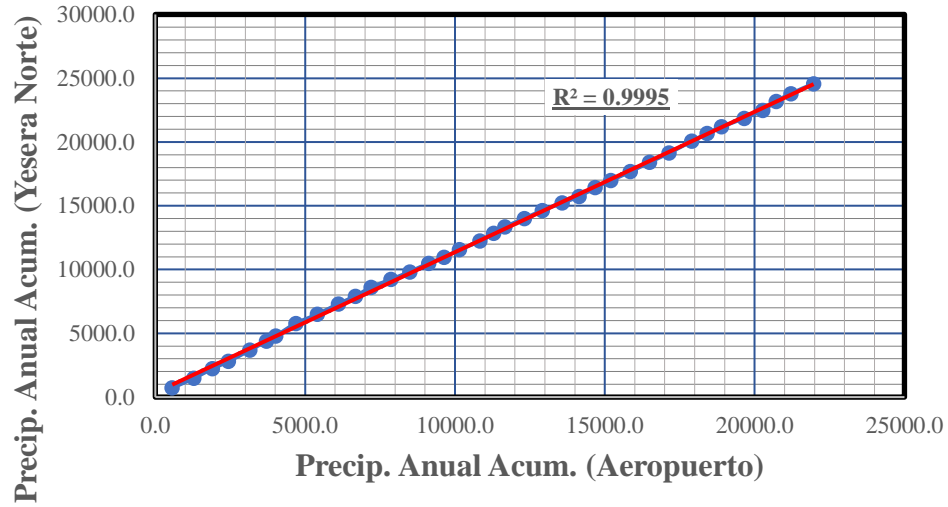
Gráfico N° 1. Curva de doble masa estación Yesera Sud.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 2. Curva de doble masa estación Yesera Norte

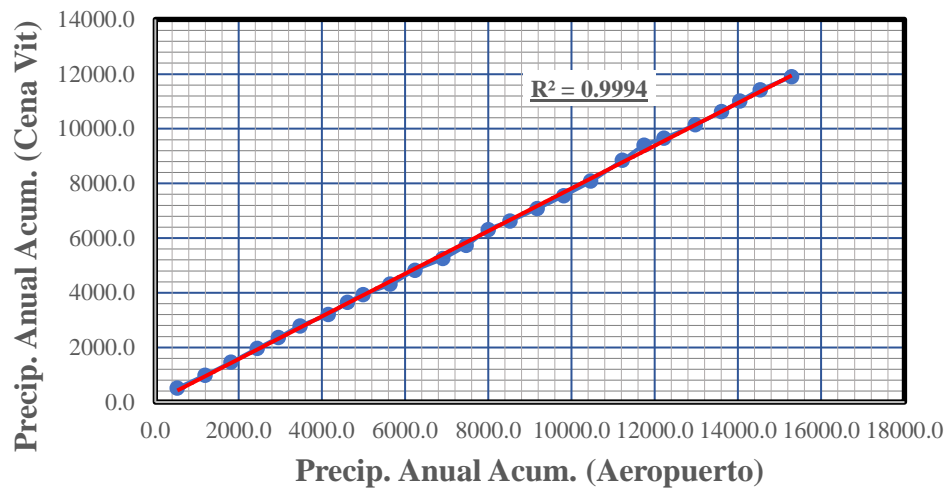
Curva doble masa  
Yesera Norte - Aeropuerto



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 3. Curva de doble masa estación Cena Vit

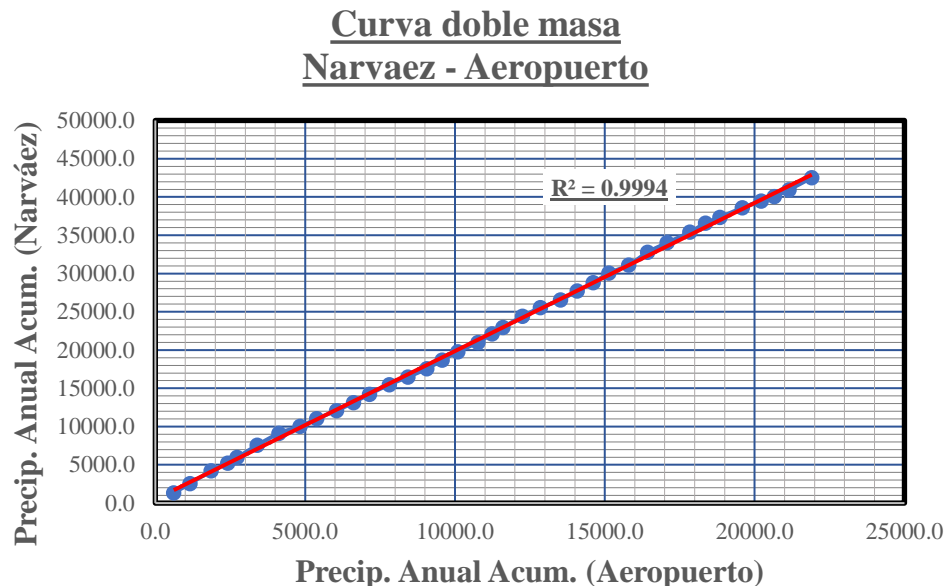
Curva doble masa  
Cenavit - Aeropuerto



Fuente: Elaboración propia



Gráfico N° 4. Curva de doble masa estación Narvález



A continuación, se muestra un cuadro resumen de las consistencias de las estaciones utilizadas en este estudio.

Cuadro N° 4. Resumen de análisis de consistencia

ESTACION	R <sup>2</sup>	Resultado
Yesera Sud	0.9928	Consistente
Yesera Norte	0.9995	Consistente
Cena Vit	0.9994	Consistente
Narvález	0.9994	Consistente

Fuente: Elaboración propia

El manual de hidrología y drenaje del ABC. indica, un coeficiente igual a 1 significa una correlación perfecta, un coeficiente nulo significa que no hay ninguna correlación. En general, se considerará aceptables o admisibles, coeficientes de correlación superiores a  $R = 0.7$ , sujetos a tests estadísticos que aseguren su representatividad.

De manera concluyente se define que las estaciones en estudio son consistentes luego del análisis de la curva doble masa, por lo tanto, para estas series de datos, se tiene registrado las precipitaciones máximas en 24 horas como se muestra en el cuadro N° 5

y los mismos serán sujetas a un análisis de la prueba de bondad de ajuste Kolmogórov-Smirnov.

Cuadro N° 5. Precipitaciones máximas en 24 horas

Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)					
Año	Aeropuerto	Yesera Sud	Yesera Norte	Narváez	Cena Vit
1955	56				
1956	57.2				
1957	54.2				
1958	56				
1959	60.1				
1960	54				
1961	70				
1962	37				
1963	51				
1964	52				
1965	37				
1966	106				
1967	56				
1968	55				
1969	57				
1970	83.3				
1971	55.1				
1972	45				
1973					
1974	48.5				
1975	88.3				
1976	40.6				
1977	59		42		
1978	51		38		
1979	34.6		53.2	83	
1980	39.7		42.3	90.1	
1981	64.4		73	85.4	
1982	41		40.2	51.6	
1983	34		35.2	60	
1984	59		97	90.5	
1985	84.7		46	103.5	
1986	42		68	56.9	
1987	97.8		48.2	66.3	
1988	40.1			86.7	
1989	74			80	

Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)					
Año	Aeropuerto	Yesera Sud	Yesera Norte	Narváez	Cena Vit
1990	44		48.6	99	60.1
1991	47		67	110.8	43.6
1992	68.1		52	89	37.4
1993	50.1		71	114	51.5
1994	38.2		49.5	68	40.8
1995	45		51	81.4	45
1996	52		49.4	62	41.5
1997	27.7		47.5	80	56.5
1998	48		55	60.6	33.8
1999	74.7		52.5	75.7	92
2000	78		69	91	71.2
2001	82		47	50.6	28
2002	60	39	59	64.5	33.5
2003	48.8	37	45	100.1	116.5
2004	52.4	28	30	84.4	33.5
2005	54.2	46	52.5	62	39.8
2006	49.5	39	43.5	80	40.5
2007	48.3	46	56	80	44
2008	49.5	54	68	82	42.9
2009	43.2	34.3	40	86.6	60.2
2010	75.2	34	43	75	40
2011	85	47	64.5	100.6	48.3
2012	41.4	37	35	57.5	35
2013	29.2	43	53	49.3	36.3
2014	67.3	46	43.5	84.5	61.6
2015	58.8	34.5	55	167	39.5
2016	35.6	48	34.5	77	26.9
2017	57.3	40	59.2	64.5	37
2018	56.2	34	47	65	46.4
2019	55	48	72.4	111.5	37
N° de datos	64	18	41	41	30

Fuente: Senamhi, Tarija

#### 4.2. Análisis de frecuencia

El objetivo del análisis de frecuencia de cualquier variable aleatoria es asociar a cada valor de la variable una probabilidad de ocurrencia. Ello se logra representando la variable con un determinado modelo probabilístico y estimando los parámetros de

dicho modelo. Logrado este objetivo se ha construido un modelo probabilístico del fenómeno, pudiendo obtenerse estimados de los valores de la variable asociados a cualquier probabilidad de ocurrencia.

En estadística, la prueba de Kolmogórov-Smirnov (también prueba K-S) es una prueba no paramétrica que se utiliza para determinar la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí.

Conviene tener en cuenta que la prueba Kolmogórov-Smirnov es más sensible a los valores cercanos a la mediana que a los extremos de la distribución.

Las fórmulas para el cálculo son:

Nombre	Formula
Media	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Desviación estándar	$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$
Coefficiente de variación	$C_v = \frac{S_x}{\bar{x}}$
Parámetro de escala	$\sigma_y = \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}$
Parámetro de localización	$u_y = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{\bar{x}^2}{C_v^2 + 1} \right)$
Función de probabilidad teórica	$P_{(x \leq x)} = \frac{n_i}{n + 1}$
Variable deducida	$Z = \frac{x_i - u_y}{\sigma_y}$

Donde:

$n_i$  = Número de orden en ordenamiento creciente.

$n$  = Número de datos.

El test se basa en calcular el estadígrafo  $\Delta$  definido como el valor máximo de la diferencia absoluta entre la función distribución acumulada empírica  $P_{(x \leq X)}$  y la función distribución  $F_{(x)}$  de modelo calculada para cada punto de la muestra.

$$\Delta = P_{(x \leq X)} - F_{(x)}$$

Se utilizará un nivel de confianza del 95% y nivel de significancia ( $\alpha$ ) del 5%.

Entonces para número de datos mayor a 50 tenemos:

$$\Delta_o = \frac{1.36}{\sqrt{n}}$$

Para número de datos menor a 50 el estadígrafo  $\Delta_o$ , se obtiene de tablas.

Se elige el  $\Delta$  de valor más alto para hacer la verificación.

$$\Delta_{max} \leq \Delta_o$$

De cumplirse la condición los datos se ajustan a la ley del modelo escogido.

Seguidamente mostramos un cuadro resumen de los ajustes a la distribución a un modelo mediante la prueba de ajuste de Kolmogórov-Smirnov.

Cuadro N° 6. Resumen del ajuste mediante Kolmogórov-Smirnov

Resumen del ajuste mediante Kolmogórov-Smirnov				
Distribución	Estación	$\Delta_{\text{máx}}$	De tabla $\Delta_0$	Observación
Normal	Aeropuerto	0.1445	0.1700	Se ajusta a la ley
	Yesera Sud	0.1470	0.3206	Se ajusta a la ley
	Yesera Norte	0.1153	0.2124	Se ajusta a la ley
	Narváez	0.1077	0.2124	Se ajusta a la ley
	Cena Vit	0.1979	0.2483	Se ajusta a la ley
Log Normal de dos Parámetros	Aeropuerto	0.0919	0.1700	Se ajusta a la ley
	Yesera Sud	0.0922	0.3206	Se ajusta a la ley
	Yesera Norte	0.0667	0.2124	Se ajusta a la ley
	Narváez	0.1049	0.2124	Se ajusta a la ley
	Cena Vit	0.1319	0.2483	Se ajusta a la ley
Log Normal de tres Parámetros	Aeropuerto	0.0922	0.1700	Se ajusta a la ley
	Yesera Sud	0.1586	0.3206	Se ajusta a la ley
	Yesera Norte	0.0591	0.2124	Se ajusta a la ley
	Narváez	0.1390	0.2124	Se ajusta a la ley
	Cena Vit	0.0768	0.2483	Se ajusta a la ley
Gumbel	Aeropuerto	0.0790	0.1700	Se ajusta a la ley
	Yesera Sud	0.1792	0.3206	Se ajusta a la ley
	Yesera Norte	0.0656	0.2124	Se ajusta a la ley
	Narváez	0.1252	0.2124	Se ajusta a la ley
	Cena Vit	0.1374	0.2483	Se ajusta a la ley
Log Gumbel	Aeropuerto	0.1012	0.1700	Se ajusta a la ley
	Yesera Sud	0.1835	0.3206	Se ajusta a la ley
	Yesera Norte	0.0794	0.2124	Se ajusta a la ley
	Narváez	0.1755	0.2124	Se ajusta a la ley
	Cena Vit	0.0696	0.2483	Se ajusta a la ley
Gumbel	Aeropuerto	0.0790	0.1700	Mejor ajuste
Log Normal 2Pa	Yesera Sud	0.0922	0.3206	Mejor ajuste
Log Normal 3Pa	Yesera Norte	0.0591	0.2124	Mejor ajuste
Log Normal 2Pa	Narváez	0.1049	0.2124	Mejor ajuste
Log Gumbel	Cena Vit	0.0696	0.2483	Mejor ajuste

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Obtención de curvas IDF

El diseño hidráulico de las obras de drenaje requiere el uso de las llamadas curvas Intensidad – Duración – Frecuencia de lluvias (IDF). Estas relaciones presentan la

variación de la intensidad de la lluvia de distintas duraciones, asociadas a diferentes probabilidades de ocurrencia, siendo necesarias para estimar indirectamente el escurrimiento proveniente en función de la lluvia caída.

Estas familias de curvas llevan en las abscisas la duración de la lluvia, en ordenadas la intensidad y en forma paramétrica el período de retorno o la probabilidad. Ellas son el resultado de un análisis probabilístico de las lluvias máximas anuales de diferentes duraciones.

#### **4.3.1. Obtención de curvas IDF a partir de datos pluviométricos**

Debido a que la disponibilidad de registros pluviográficos es escasa y si sólo se dispone de estadísticas pluviométricas diarias, sólo se dispondrá de un punto de la curva, correspondiendo a la intensidad media diaria o en 24 horas.

Es importante señalar que cuando sólo se dispone de datos aportados por un pluviómetro en una estación, es evidente que, en general, sólo se podrá conocer la intensidad media en 24 horas. Como se comprenderá, esta información puede inducir a errores por defecto, por cuanto las lluvias de corta duración son, en general, las más intensas.

El cálculo de las precipitaciones máximas para periodos de retorno de cada estación se lo realiza en base a los modelos probabilísticos de mejor ajuste, siendo estos modelos: Gumbel, Log Normal dos parámetros, Log Normal tres parámetros, y Log Gumbel.

Las precipitaciones máximas determinadas por los modelos mencionados son los que se muestran en el cuadro N° 7. Como no se cuenta de estaciones dentro de la cuenca, se determina las lluvias máximas ponderadas a partir de las precipitaciones máximas (ver cuadro N° 8). En el cuadro se puede observar que las precipitaciones por el método Thiessen son muy bajas en comparación con la estación cercana a la cuenca que es Yesera Norte y cuenta con mayores años de registro de datos pluviométricos, y por el método de las Isoyetas tiende a tener precipitaciones máximas muy próximos a la estación cercana, es por esto que se decide elaborar las curvas a partir de las lluvias máximas ponderadas por el método de isoyetas.

Cuadro N° 7. Alturas de lluvias máximas diarias para periodos de retorno

Alturas de lluvias máximas diarias $h_{dT}$ (mm)					
Periodo de retorno (años)	Gumbel	Log Normal 2Pa	Log Normal 3Pa	Log Normal 2Pa	Log Gumbel
	Aeropuerto	Yesera Sud	Yesera Norte	Narvaez	Cena Vit
5	67.24	46.42	61.79	96.9	56.02
10	76.82	50.04	69.75	108.31	67.78
25	88.93	54.2	79.81	121.97	86.24
50	97.91	57.06	87.32	131.69	103.11
100	106.83	59.77	94.84	141.09	123.11
200	115.71	62.36	102.43	150.29	146.9

Fuente: Elaboración propia

Los cálculos se realizaron con el Hidroesta 2 a partir de los datos del Precipitaciones máximas en 24 horas.

Cuadro N° 8. Lluvias máximas ponderada en 24 horas

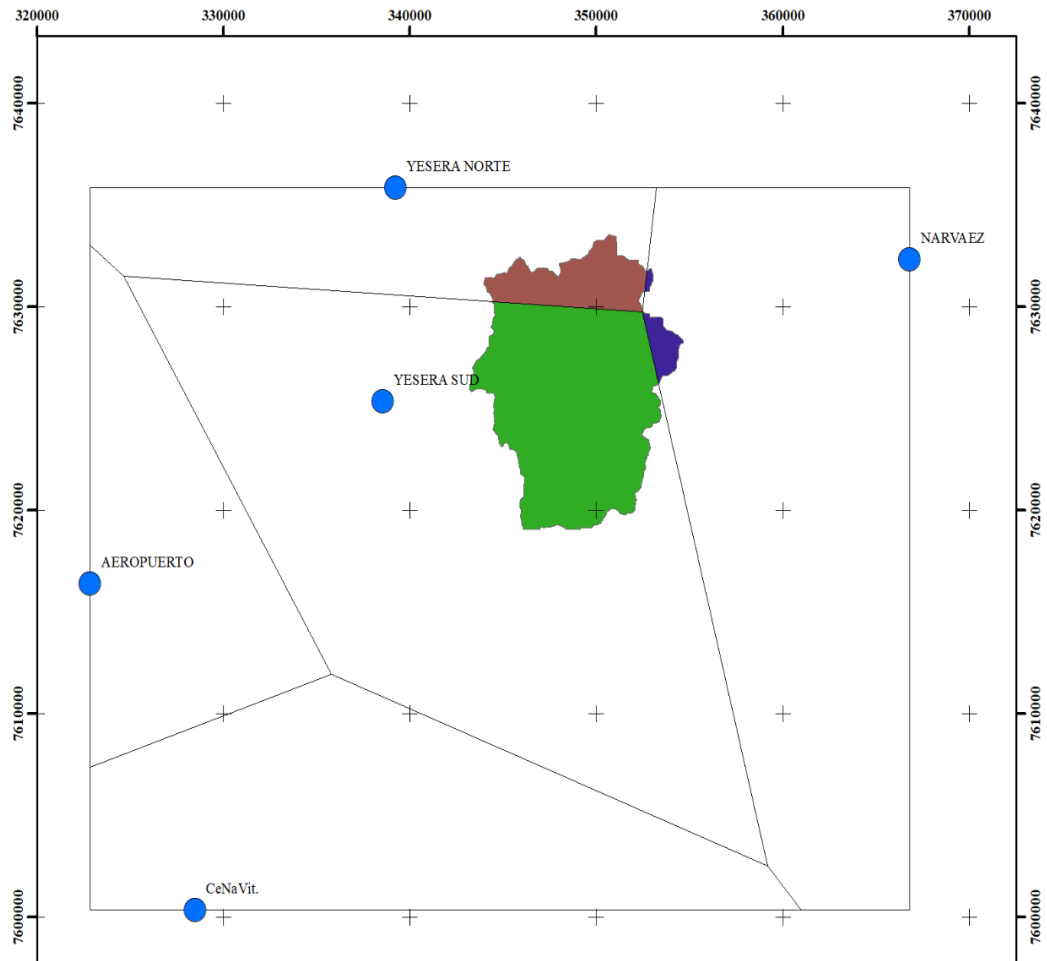
Lluvia máxima ponderada $h_{dT}$ (mm)			$h_{dT}$ (mm) sin ponderar
T	Método		
(Años)	Thiessen	Isoyetas	Est. Yesera Norte <sup>1</sup>
5	51.0	63.9	61.79
10	55.7	77.2	69.75
25	61.2	86.6	79.81
50	65.1	94.1	87.32
100	69.0	101.7	94.84
200	72.7	109.6	102.43

Fuente: Elaboración propia

Las imágenes que se muestran a continuación resaltan el área de influencia consideradas por el método de Thiessen para la determinación de las lluvias máximas ponderadas, siendo la estación de Yesera Sud con mayor área de influencia. Por otro lado, la interpolación de alturas de precipitaciones que nos permite realizar el método de las isoyetas, toma en cuenta las cinco estaciones que encierran la cuenca.

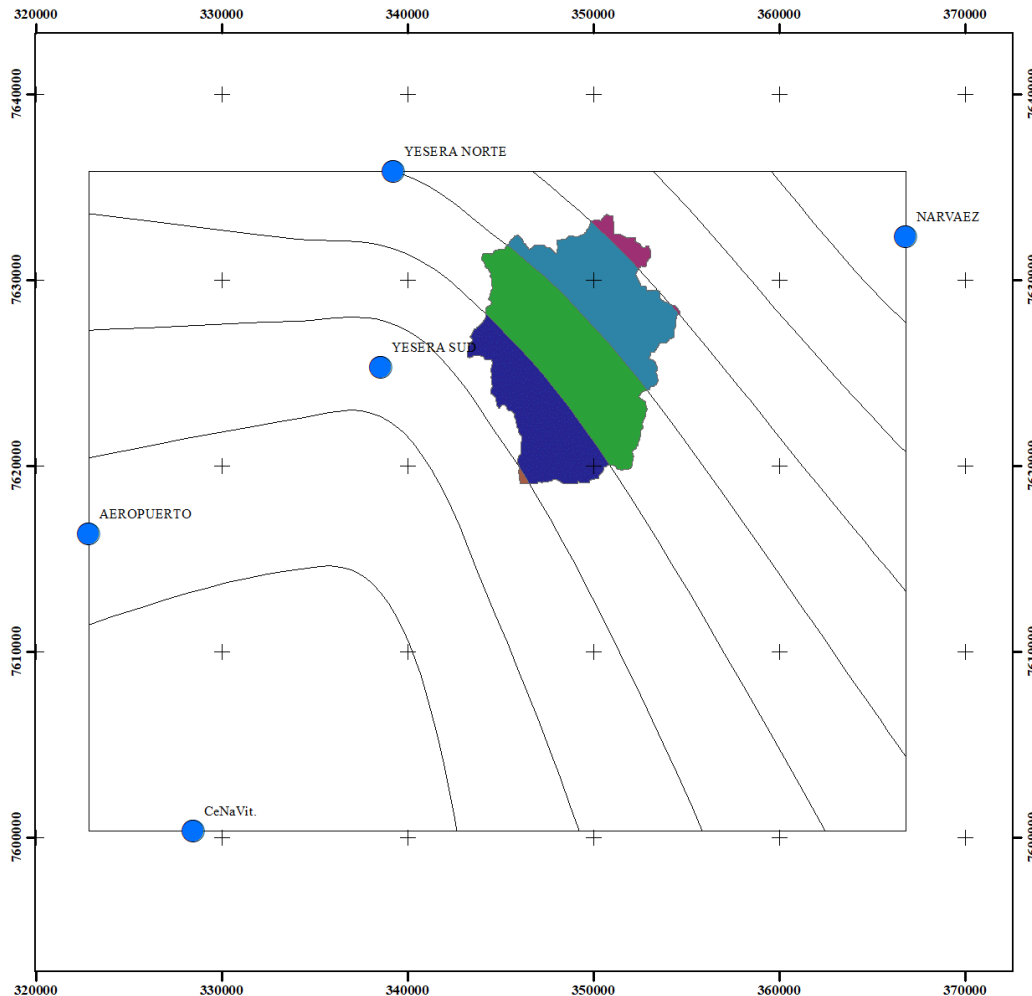


Imagen N° 1. Polígonos de Thiessen



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 2. Isoyetas de lluvias máximas diarias en 24 horas



Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de disponer de valores de las alturas de las lluvias máximas en periodos de tiempos inferiores a las diarias, donde no se dispone de registros pluviográficos; se recurre a la experiencia para la estimación, usando la ley de regresión de los valores modales, dentro del cual se conoce como un punto el valor modal de la lluvia diaria.

La fórmula es el siguiente:

$$h_{tT} = \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} h_{dT}$$

Dónde:

$t$  = Tiempo correspondiente a la lluvia diaria, en horas.

$\beta$  = Exponente que varía de 0.2 a 0.3

El tiempo que corresponde a la lluvia diaria no es igual a 24 horas, este valor se adopta de acuerdo a la región; para este sector según estudios existentes de análisis de datos pluviográficos del sur del país, se adopta valores entre 12 y 18 horas.

Para este caso tomaremos el valor de  $\alpha = 12$  Horas y para el exponente más desfavorable o sea  $\beta = 0.2$ .

Formula que es válida para  $t=2$  horas, para un tiempo menor de 2 horas; se obtiene con la expresión propuesta por Bell<sup>1</sup>, la expresión es:

$$P_D^T = (0.21 \ln(T) + 0.52)(0.54D^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Donde:

$D$  = Duración, en min.

$T$  = Periodo de retorno, en años.

$P_D^T$  = Precipitación caída en  $D$  min, con un periodo de retorno de  $T$  años.

$P_{60}^{10}$  = Precipitación caída en 60 min (1hora), con un periodo de retorno de 10 años.

Las lluvias máximas para diferentes tiempos ( $t$ ) y periodos de retorno ( $T$ ) se tiene en el cuadro N° 9, estas lluvias máximas se obtienen a partir de precipitaciones máximas mostradas en el N° 8 del método de isoyetas.

Las intensidades máximas para diferentes periodos de retorno y duración se muestran en el cuadro N° 10, el mismo se obtiene a partir de las lluvias máximas del cuadro N° 9.

---

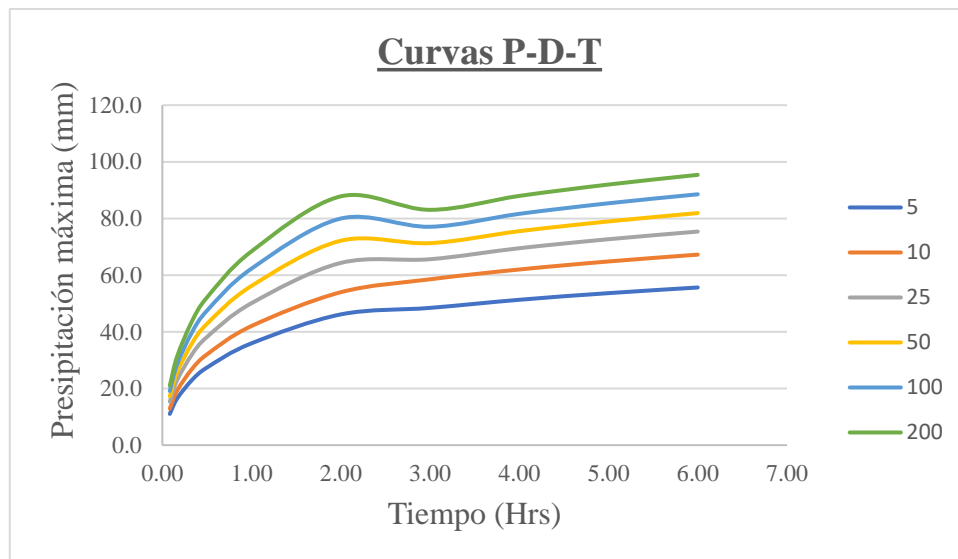
<sup>1</sup> La expresión de Bell esta establecida en el manual de hidrología y drenaje del ABC, en la página 1-22

Cuadro N° 9. Alturas de lluvias máximas para diferentes periodos de retorno y duración, en mm

Periodos de retorno T (años)	Periodos de duración de lluvias en horas (t)										
	0	0.08	0.17	0.33	0.5	1	2	3	4	5	6
5	0	11.0	16.5	23.0	27.4	36.0	46.2	48.4	51.3	53.7	55.6
10	0	12.9	19.3	26.9	32.0	42.1	54.0	58.5	62.0	64.8	67.2
25	0	15.4	23.0	32.1	38.2	50.1	64.3	65.6	69.5	72.7	75.4
50	0	17.2	25.8	36.0	42.8	56.2	72.2	71.3	75.5	79.0	81.9
100	0	19.1	28.6	39.9	47.5	62.3	80.0	77.1	81.6	85.4	88.5
200	0	21.0	31.4	43.8	52.1	68.4	87.8	83.1	88.0	92.0	95.4

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5. Curvas Precipitación – Duración – Frecuencia.



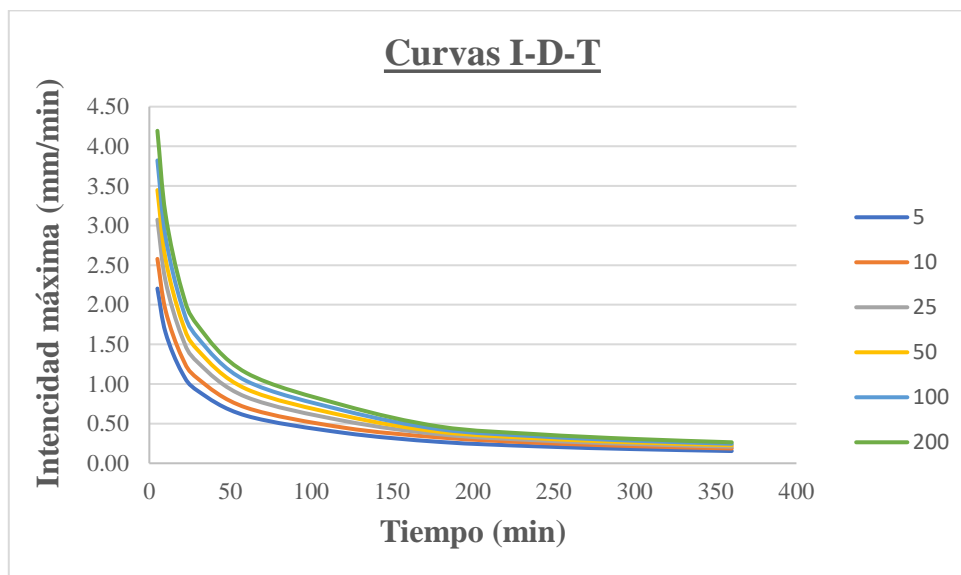
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 10. Intensidades máximas para diferentes periodos de retorno y duración  
mm/min

Periodos de retorno T (años)	Periodos de duración de lluvias en (min)										
	0	5	10	20	30	60	120	180	240	300	360
5	0	2.20	1.65	1.15	0.91	0.60	0.38	0.27	0.21	0.18	0.15
10	0	2.58	1.93	1.35	1.07	0.70	0.45	0.33	0.26	0.22	0.19
25	0	3.07	2.30	1.60	1.27	0.84	0.54	0.36	0.29	0.24	0.21
50	0	3.45	2.58	1.80	1.43	0.94	0.60	0.40	0.31	0.26	0.23
100	0	3.82	2.86	1.99	1.58	1.04	0.67	0.43	0.34	0.28	0.25
200	0	4.20	3.14	2.19	1.74	1.14	0.73	0.46	0.37	0.31	0.27

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 6. Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia “IDF”



Fuente: Elaboración propia

Las curvas intensidad – duración – frecuencia, también pueden expresarse como ecuaciones con el fin de evitar la lectura de la intensidad de lluvia de diseño en una gráfica.

Para obtener la ecuación general de las curvas IDF, se eligió la ecuación propuesta por Bernard y Yarnell (1932), definida de la siguiente forma:

$$I = \frac{KT^m}{D^n}$$

Donde:

I = Es la intensidad de precipitación, en mm/min.

T = Es el periodo de retorno, en años.

D = Es la duración de precipitación, en min.

k, m, n = son las constantes que se deben calcular mediante análisis de regresión.

La ecuación general obtenida en base al cuadro N° 10 y a un análisis de regresión es el siguiente:

$$I = \frac{6.053624004T^{0.159698022}}{D^{0.645718151}}$$

Donde:

I = Es la intensidad de precipitación, en mm/min.

T = Es el periodo de retorno, en años.

D = Es la duración de precipitación, en min.

Las estadísticas de la regresión para obtener la ecuación es el siguiente:

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.9937714
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.9875815
R <sup>2</sup> ajustado	0.9871458

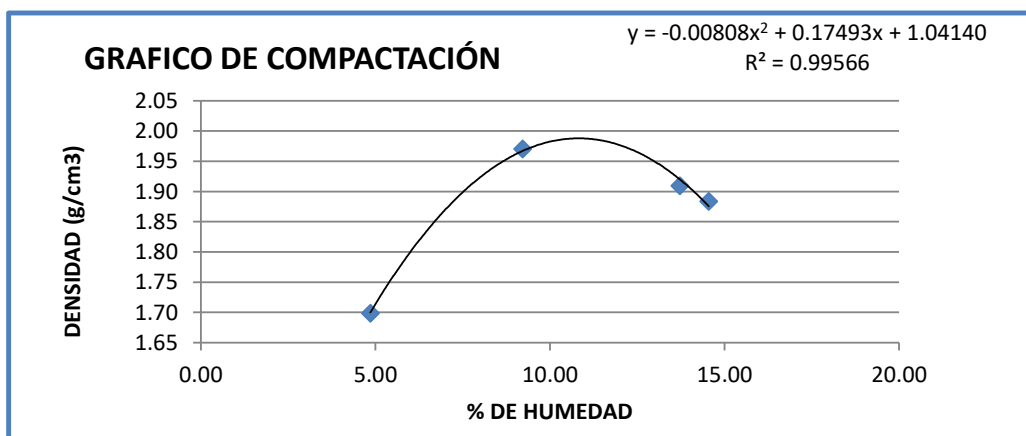


## COMPACTACION

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 25/01/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 2

**Muestra:** Unica **Volumen:** 943.3 cm<sup>3</sup>

Nº de capas	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5515.70	5865.10	5884.00	5870.60
Peso del molde	3835.3	3835.3	3835.3	3835.3
Peso suelo húmedo	1680.4	2029.8	2048.7	2035.3
Volumén de la muestra	943.3	943.3	943.3	943.3
Densidad suelo húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	2.15	2.17	2.16
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	41.58	36.60	33.96	47.54
Peso suelo seco + cápsula	40.22	34.56	31.25	43.04
Peso del agua	1.36	2.04	2.71	4.50
Peso de la cápsula	12.19	12.42	11.5	12.11
Peso suelo seco	28.03	22.14	19.75	30.93
Contenido de humedad (%h)	4.85	9.21	13.72	14.55
Densidad suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.97	1.91	1.88



Densidad Máxima	1.99 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	10.82 %

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
2	23	8	A-4(2)	10.82	1.99

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11350	11565	11700	11815	11175	11230			
Peso Molde	7215	7215	7140	7140	6355	6355			
Peso muestra húmeda	4135	4350	4560	4675	4820	4875			
Volumen de la muestra	3211	3211	3211	3211	3211	3211			
Peso Unit. Muestra Húm.	1.288	1.355	1.420	1.456	1.501	1.518			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	53.5	53.6	66.8	78.3	57.8	57.6	60.6	40.8	55.7
Peso muestra seca + tara	49.1	48	60.1	68.8	53.6	53.2	54.6	38	51.8
Peso del agua	4.4	5.6	6.7	9.5	4.2	4.4	6	2.8	3.9
Peso de tara	13.1	12.7	12.9	12.5	12.8	12.2	12.8	14.4	12.8
Peso de la muestra seca	36	35.3	47.2	56.3	40.8	41	41.8	23.6	39
Contenido humedad %	12.222	15.864	14.195	16.874	10.294	10.732	14.354	11.86	10
Promedio cont. Humedad	14.04	14.195	13.58	10.732	13.11	10			
Peso Unit.muestra seca	1.129	1.1863	1.250	1.3148	1.327	1.3802			

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
10.82	1.99

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
9-feb	13:00	1	18.94	1.894	0	1.61	0.161	0	20.77	2.077	0
10-feb	08:30	2	19.61	1.961	0.5688	2.32	0.232	0.6027	20.94	2.094	0.1443
12-feb	08:15	4	19.7	1.97	0.0764	2.39	0.239	0.0594	21.1	2.11	0.1358
18-feb	09:00	10	19.75	1.975	0.0424	2.43	0.243	0.034	21.18	2.118	0.0679

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
6.1	1.129
8.1	1.250
10.0	1.327

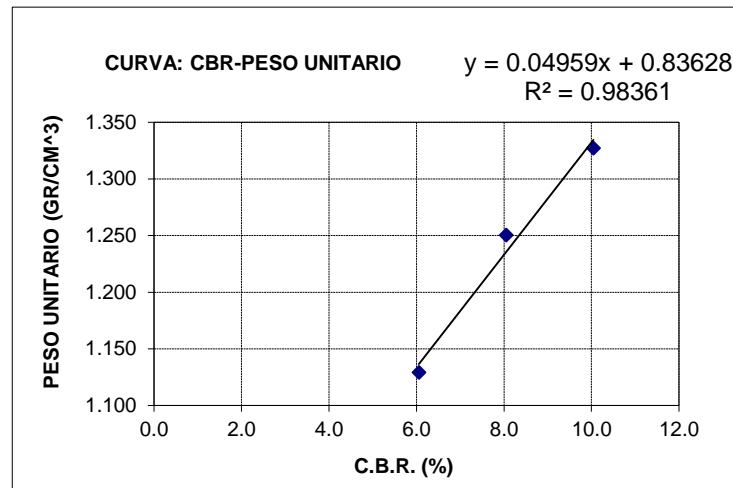
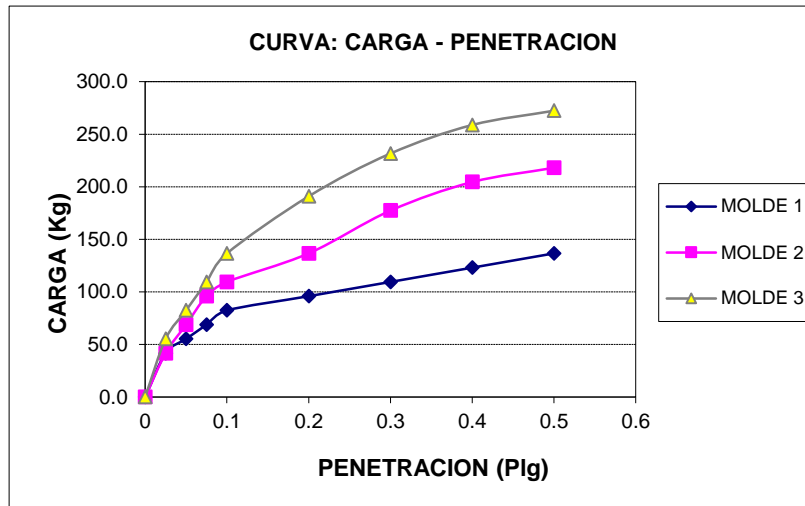
### C.B.R.

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		41.6	2.2			41.6	2.2			55.2	2.9		
0.05	1.27		55.2	2.9			68.8	3.6			82.3	4.3		
0.075	1.9		68.8	3.6			95.9	5.0			109.5	5.7		
0.1	2.54	1360	82.3	4.3		6.1	109.5	5.7		8.1	136.6	7.1		10.0
0.2	5.08	2040	95.9	5.0		4.7	136.6	7.1		6.7	190.9	9.9		9.4
0.3	7.62		109.5	5.7			177.3	9.2			231.6	12.0		
0.4	10.16		123.1	6.4			204.5	10.6			258.7	13.4		
0.5	12.7		136.6	7.1			218.0	11.3			272.3	14.1		





## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
<b>25 %</b>
CBR 95% D.Máx.
<b>23 %</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
**LABORATORISTA**

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.**

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.

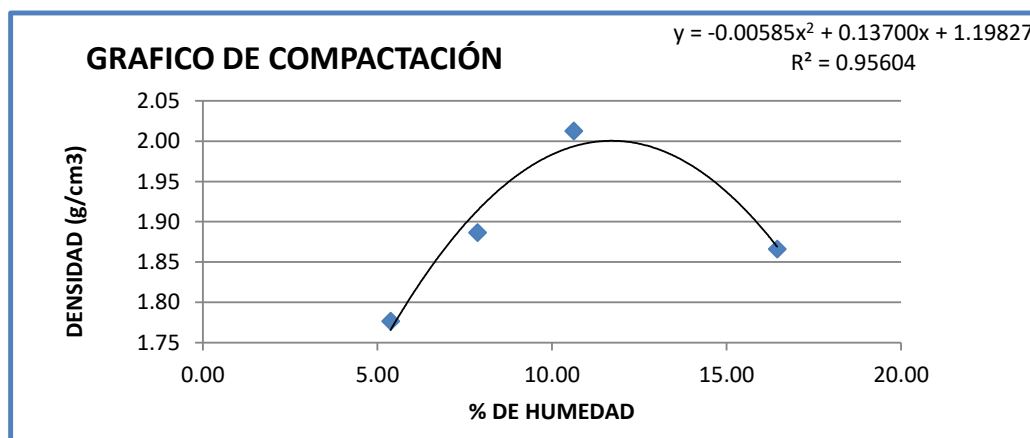


## COMPACTACION

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 30/01/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 6

**Muestra:** Unica **Volumen:** 2124.0 cm<sup>3</sup>

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10450.60	10796.10	11203.10	11089.60
Peso del molde	6474	6474	6474	6474
Peso suelo húmedo	3976.6	4322.1	4729.1	4615.6
Volumén de la muestra	2124.0	2124.0	2124.0	2124.0
Densidad suelo húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.87	2.03	2.23	2.17
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	37.68	34.64	62.18	42.79
Peso suelo seco + cápsula	36.38	33.02	57.37	38.37
Peso del agua	1.3	1.62	4.81	4.42
Peso de la cápsula	12.19	12.42	12.1	11.5
Peso suelo seco	24.19	20.6	45.27	26.87
Contenido de humedad (%h)	5.37	7.86	10.63	16.45
Densidad suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	1.89	2.01	1.87



Densidad Máxima	2.00 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	11.71 %

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
6	39	20	A-2-6	11.71	2.00

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	12130	12370		10730	10953		12750	12870	
Peso Molde	7911.2	7911.2		6295	6295		7976	7976	
Peso muestra húmeda	4218.8	4458.8		4435	4658		4774	4894	
Volumen de la muestra	3211	3211		3211	3211		3211	3211	
Peso Unit. Muestra Húm.	1.314	1.389		1.381	1.451		1.487	1.524	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2º sup.	Fondo	Superf.	2º sup.	Fondo	Superf.	2º sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	50.7	61.7	66.2	40.29	42.33	40.95	45.6	73	64.9
Peso muestra seca + tara	44.5	53.1	58.9	36.6	37.4	37.8	41.7	63.2	58.6
Peso del agua	6.2	8.6	7.3	3.69	4.93	3.15	3.9	9.8	6.3
Peso de tara	13.2	12.9	13	18.2	18	17.7	12.8	14.6	12.8
Peso de la muestra seca	31.3	40.2	45.9	18.4	19.4	20.1	28.9	48.6	45.8
Contenido humedad %	19.808	21.393	15.904	20.054	25.412	15.672	13.495	20.16	13.755
Promedio cont. Humedad	20.60		15.904	22.73		15.672	16.83		13.755
Peso Unit.muestra seca	1.089		1.1981	1.125		1.2541	1.273		1.3398

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
11.71	2.00

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
8-feb	12:00	1	17.28	1.728	0	0	0	0	17.34	1.734	0
9-feb	13:00	2	22.02	2.202	4.0238	1.28	0.128	0.7199	19.21	1.921	1.5874
10-feb	08:30	3	22.11	2.211	0.0764	2.57	0.257	1.4454	19.78	1.978	0.4839
12-feb	08:00	4	22.21	2.221	0.0849	3.38	0.338	1.901	20.22	2.022	0.3735

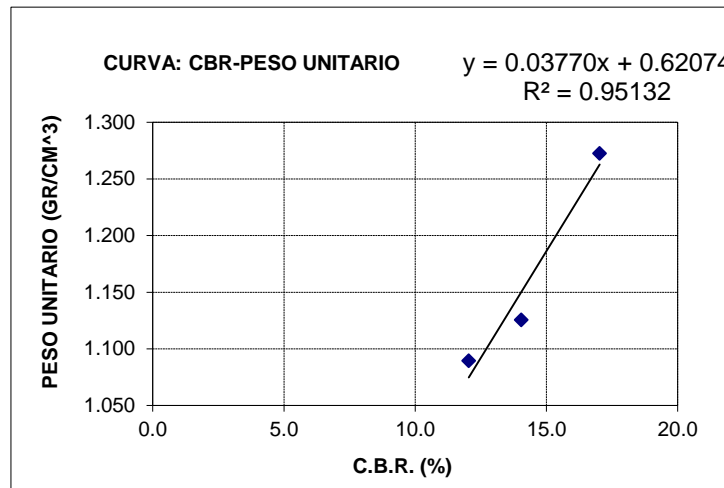
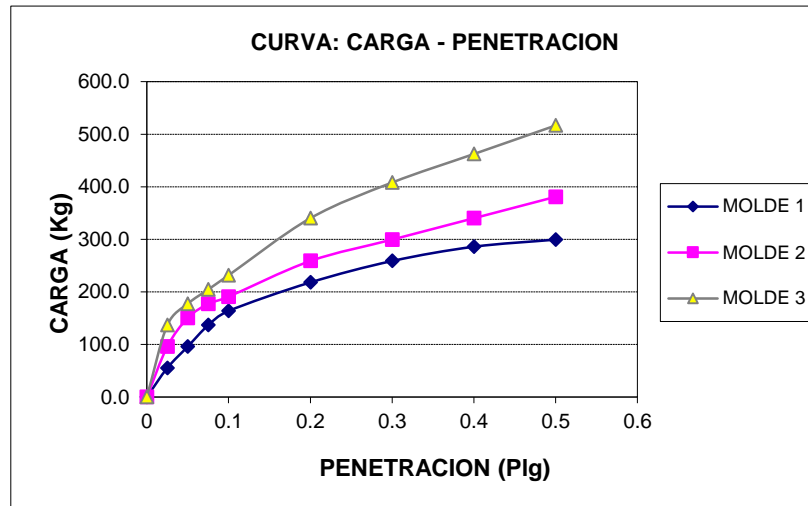
C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
12.0	1.089
14.0	1.125
17.0	1.273

### C.B.R.

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		55.2	2.9			95.9	5.0			136.6	7.1		
0.05	1.27		95.9	5.0			150.2	7.8			177.3	9.2		
0.075	1.9		136.6	7.1			177.3	9.2			204.5	10.6		
0.1	2.54	1360	163.8	8.5		12.0	190.9	9.9		14.0	231.6	12.0		17.0
0.2	5.08	2040	218.0	11.3		10.7	258.7	13.4		12.7	340.2	17.6		16.7
0.3	7.62		258.7	13.4			299.4	15.5			408.0	21.1		
0.4	10.16		285.9	14.8			340.2	17.6			462.3	23.9		
0.5	12.7		299.4	15.5			380.9	19.7			516.6	26.7		



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
<b>37 %</b>
CBR 95% D.Máx.
<b>34 %</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
**LABORATORISTA**

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.**

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.

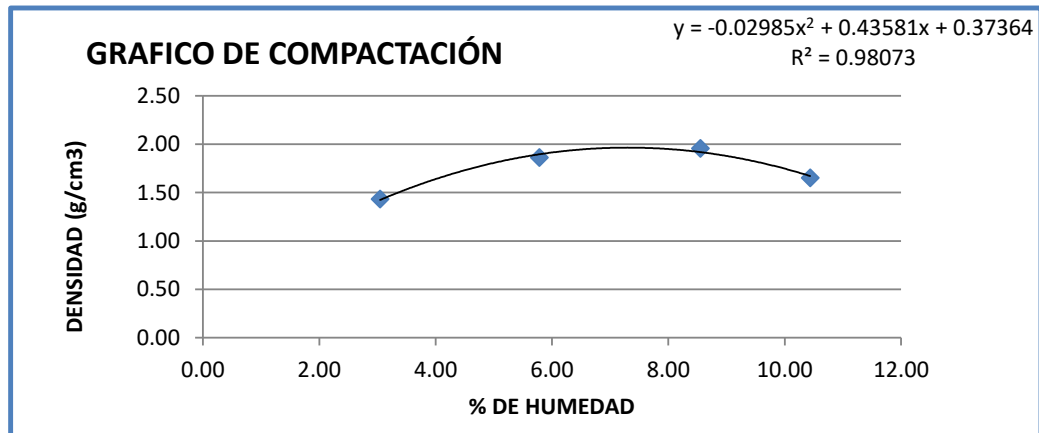


## COMPACTACION

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 11/02/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 9

**Muestra:** Unica **Volumen:** 2124.0 cm<sup>3</sup>

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10965.00	12010.00	12340.00	11703.00
Peso del molde	7825	7825	7825	7825
Peso suelo húmedo	3140	4185	4515	3878
Volumén de la muestra	2124.0	2124.0	2124.0	2124.0
Densidad suelo húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.48	1.97	2.13	1.83
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	198.30	170.00	180.00	188.30
Peso suelo seco + cápsula	193.00	161.70	167.00	172.30
Peso del agua	5.3	8.3	13	16.00
Peso de la cápsula	19	18.1	15	19
Peso suelo seco	174	143.6	152	153.30
Contenido de humedad (%h)	3.05	5.78	8.55	10.44
Densidad suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.43	1.86	1.96	1.65



Densidad Máxima	1.96 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	7.30 %

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES

Muestra	LL	IP	Clasific.	H. Opt.	D. Máx
9	36	10	A-2-4(0)	7.30	1.96

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10000	11495		10400	11625		10540	12500	
Peso Molde	6580	6580		6460	6460		6565	6565	
Peso muestra húmeda	3420	4915		3940	5165		3975	5935	
Volumen de la muestra	2124	2124		2124	2124		2124	2124	
Peso Unit. Muestra Húm.	1.610	2.314		1.855	2.432		1.871	2.794	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	135.8	109.3	103.4	112	111.2	97.6	104.4	91.5	104.1
Peso muestra seca + tara	113	91.6	86.4	79	92.9	82.1	89.7	77.1	88.7
Peso del agua	22.8	17.7	17	33	18.3	15.5	14.7	14.4	15.4
Peso de tara	18.2	19.3	17.1	17.8	19.8	17.5	17.6	16.3	17.9
Peso de la muestra seca	94.8	72.3	69.3	61.2	73.1	64.6	72.1	60.8	70.8
Contenido humedad %	24.051	24.481	24.531	53.922	25.034	23.994	20.388	23.68	21.751
Promedio cont. Humedad	24.27		24.531	39.48		23.994	22.04		21.751
Peso Unit.muestra seca	1.296		1.8582	1.330		1.9612	1.534		2.2951

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
7.30	1.96

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
				EXTENS.	CM.		%	EXTENS.		CM.	%
14-may	10:50	1	0.27	0.027	0	0.6	0.06	0	5.54	0.554	0
15-may	10:30	2	3.38	0.338	2.6401	2.48	0.248	1.5959	6.84	0.684	1.1036
16-may	11:00	3	4	0.4	0.5263	2.86	0.286	0.3226	7.44	0.744	0.5093
18-may	08:00	4	4.4	0.44	0.3396	3.38	0.338	0.4414	8	0.8	0.4754

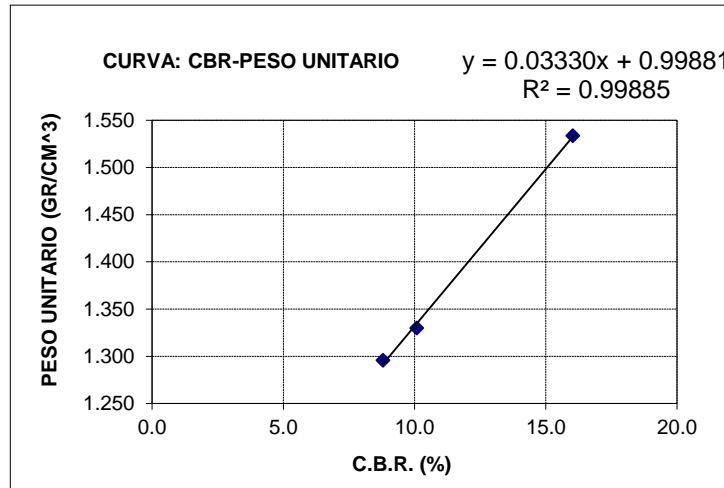
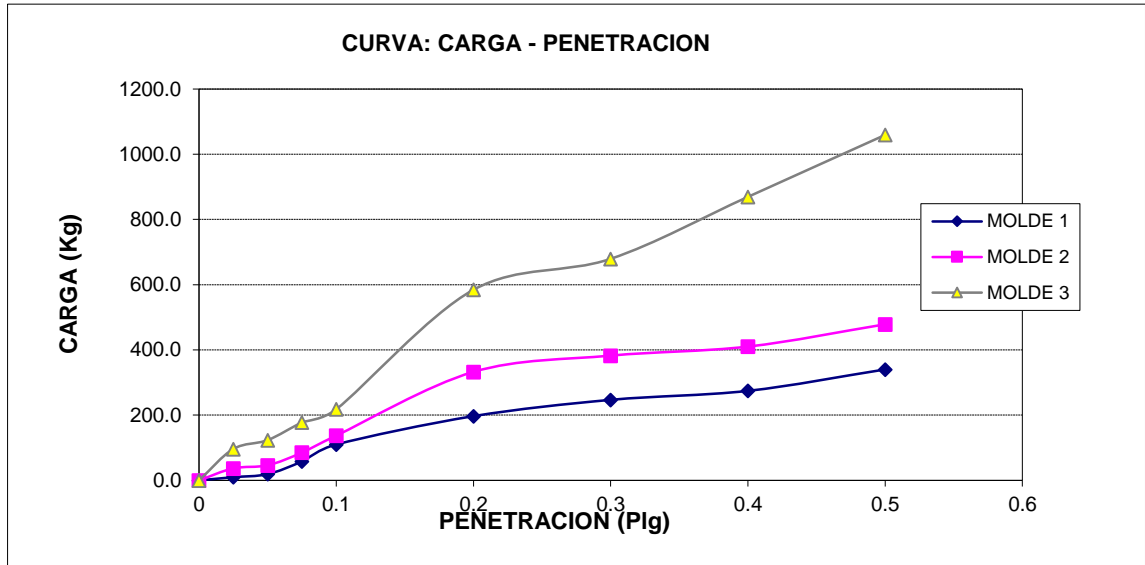
C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
8.8	1.296
10.1	1.330
16.0	1.534

### C.B.R.

PENETRACION		CARGA NORMAL Kg	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		9.7	0.5			36.9	1.9			96.2	5.0		
0.05	1.27		19.1	1.0			46.2	2.4			123.5	6.4		
0.075	1.9		58.1	3.0			85.2	4.4			177.3	9.2		
0.1	2.54	1360	110.0	5.7		<b>8.8</b>	137.2	7.1		<b>10.1</b>	218.0	11.3		<b>16.0</b>
0.2	5.08	2040	197.0	10.2		<b>9.7</b>	332.7	17.2		<b>16.3</b>	584.4	30.2		<b>28.6</b>
0.3	7.62		246.9	12.8			382.6	19.8			679.4	35.1		
0.4	10.16		274.5	14.2			410.2	21.2			869.3	44.9		
0.5	12.7		340.2	17.6			478.6	24.7			1059.3	54.7		



## CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	<b>29 %</b>
CBR 95% D.Máx.	<b>26 %</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
**LABORATORISTA**

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.**

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.

# ESTUDIO GEOTÉCNICO

## 1. Introducción

El estudio geotécnico es el proceso de estudio y la justificación técnica del comportamiento del terreno en relación con un proyecto específico. El estudio geotécnico es necesario siempre que se realicen actuaciones sobre el terreno incluyendo: desmontes, terraplenados, zanjas y cimentaciones. Es por eso que en este estudio nos centraremos a conocer las propiedades de los materiales presentes en el terreno y definir su comportamiento ante la nueva situación.

Para definir las propiedades de los materiales presentes en el terreno, nos respaldamos con el manual de ensayos de suelos y materiales del A.B.C. y para definir el comportamiento se desarrolla un análisis técnico una vez conocida las propiedades de los materiales.

El análisis técnico se desarrolla en base a los requerimientos de diseño del paquete estructural del camino, ya que en el diseño de paquete estructural es necesario conocer las propiedades del terreno de fundación.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

- Conocer las propiedades de los materiales del terreno del tramo Carlazo Centro – Carlazo Este, realizando los diferentes ensayos necesarios en laboratorio de suelos y realizando un análisis técnico, de tal manera que esta información, sea válida para tomar decisiones en el diseño del camino.

### 2.2. Objetivos específicos

- Realizar un recorrido por la zona y delimitar el terreno en base al reconocimiento visual de las propiedades del terreno.
- Extraer muestras del terreno y llevarlos a laboratorio para conocer sus propiedades.
- Realizar los ensayos necesarios para justificar el comportamiento del terreno.



### **3. Descripción del terreno en base al reconocimiento visual de sus propiedades**

Para el reconocimiento del terreno nos respaldamos con el manual de ensayos del A.B.C. donde nos indica las diferencias entre gravas, arenas, limos y arcillas. En las gravas los granos no se apelmazan, aunque estén húmedos, son de diámetros mayor a 2 milímetros. En las arenas los granos se apelmazan si están húmedos, su tamaño esta entre 0.06 a 2 milímetros. De los limos los terrones secos tienen cohesión apreciable, pero se reducen a polvo con los dedos, su tamaño esta entre 0.002 a 0.06 milímetros. De las arcillas los terrones secos se pueden partir, pero no se pueden reducir a polvo con los dedos.

Tomando en cuenta de lo mencionado anterior el terreno es delimitado en tres tipos de suelos como se muestra en la imagen N°2, y con diferencias, como se muestra en la imagen N°1. El suelo de la imagen de posición a la izquierda está compuesto por grava y material fino, el material fino está pegado a las gravas y agarrando con los dedos si se desea desprender el material fino se hace dificultoso. El suelo de la imagen de posición al medio, está compuesto por arenas y material fino, el material fino está pegado a las partículas de la arena y agarrando con los dedos, si se desea desprender, el material fino también se hace dificultoso. El suelo de la imagen en posición a lado derecho, está compuesto por partículas finas, si se desea romper algunos de los terrenos con los dedos se dejan romper sin dificultad.

De esa manera se logra delimitar todo el tramo en solo tres tipos de suelos del cual se decide llevar tres muestras de cada tipo, al laboratorio de tal manera que se pueda conocer sus propiedades y poderlos clasificar según los métodos SUCS y AASHTO.

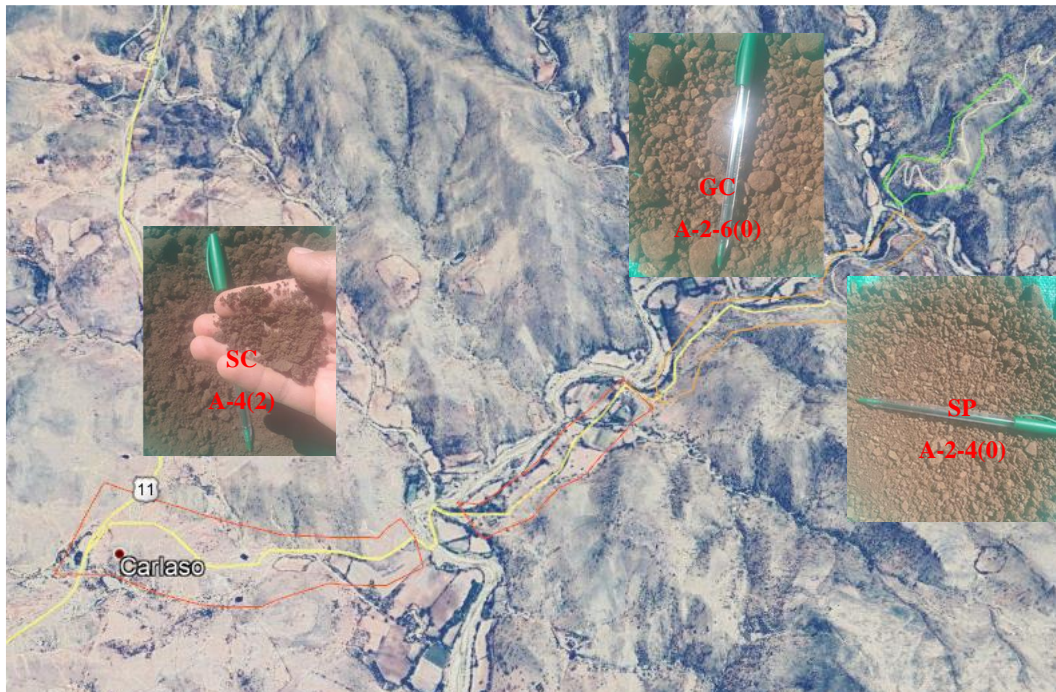
De las delimitaciones mostradas en la imagen N°2. el color rojo corresponde al tipo de suelo ubicado en la derecha, el color naranja corresponde al tipo de suelo mostrada a la izquierda y el color verde corresponde al suelo mostrado al medio de la imagen N°1. De esto vale destacar que en la imagen satelital de la misma es posible diferenciar los tipos de suelos por el color presentes en todo el tramo. El uso de la imagen satelital nos facilita a explicarlo de la existencia de los tres tipos de suelos mencionados.

Imagen N° 1. Diferencias de tres tipos de suelos



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 2. Reconocimiento visual de tipos de suelos



Fuente: Elaboración propia

#### **4. Geotecnia**

Los trabajos para el estudio geotécnico de campo se han dividido en dos partes: La primera en relación a los suelos delimitados de manera visual, se han obtenido muestras representativas a través de: calicatas, hasta profundidades no mayores de 1,5 metros. La segunda es de los ensayos realizados en laboratorio, estos ensayos son: la determinación de la distribución granulométrica de las partículas de suelo por la vía del tamizado, la determinación de los límites de Atterberg, la clasificación de los suelos por el Sistema Unificado de Suelos y Sistema AASHTO, el ensayo de compactación AASHTO T-180, y el ensayo del Valor de Soporte de California CBR.

#### **5. Propiedades de los suelos**

Las propiedades mostradas en el cuadro N°1, son resultados después de haber hecho los ensayos en laboratorio. El procedimiento de los cálculos de los ensayos mencionados se realizó con la ayuda del Excel, ver en anexos de estudio geotécnico.

Las propiedades de los suelos de subrasante son uno de los datos más importantes en el diseño de un pavimento. Estas propiedades siempre estarán presentes, aunque cambien mediante tratamientos especiales tales como estabilización, compactación, etc.

##### **5.1. Clasificación de suelos**

La clasificación de suelos es un indicador universalmente aceptado de las propiedades físicas de los suelos. La clasificación que mejor se adapta para reflejar las propiedades de un suelo como subrasante es la de la AASHTO. Sus variables de entrada son la granulometría y plasticidad.

En general un suelo, de acuerdo a su granulometría, se divide en:

- Grava: tamaño  $< 76.2$  mm (3") hasta tamiz No. 10 (2 mm),
- Arena gruesa: tamaño  $< 2$  mm, tamiz No. 10 hasta tamiz No. 40 (0.425 mm),
- Arena fina: tamaño  $< 0.425$  mm tamiz No. 40 hasta tamiz No. 200 (0.075 mm),
- Limos y arcillas: tamaños menores de 0.075 mm (pasa tamiz 200).

Según AASHTO, un suelo fino es aquel que tiene más del 35 % que pasa el tamiz No. 200 y se denominan comúnmente: A-4; A-5; A-6 o A-7.

Dos suelos finos con granulometría muy similar pueden tener propiedades muy diferentes según su plasticidad, la que se analiza sobre la fracción que pasa el tamiz No 40. Esta propiedad se analiza con los límites de Atterberg (AASHTO T-89 y T-90) que son:

- Límite líquido o LL: porcentaje de humedad máximo que puede tener un suelo para poder ser amasado.
- Límite plástico o LP: porcentaje de humedad mínimo que puede tener un suelo para ser amasado.
- Límite de contracción o LS: porcentaje de humedad por debajo del cual el suelo no pierde más volumen.

En ingeniería vial interesan principalmente el LL y el LP, cuya diferencia es el índice de plasticidad, que indica la plasticidad del material o sea el rango de humedades dentro del cual el suelo puede ser amasado.

Resumiendo, se puede decir que para suelos gruesos la propiedad más importante es la granulometría, mientras que para suelos finos es la plasticidad.

## **5.2. Relación entre humedad y densidad**

La relación entre humedad y densidad para un suelo compactado juega un papel muy importante en las propiedades del mismo, especialmente en cuanto a su resistencia y deformabilidad. Así se tienen los ensayos Proctor T-99 (estándar) y T-180 (modificado) que permiten determinar la humedad óptima, es decir la humedad a la que el suelo alcanza su densidad máxima y por lo tanto presenta sus mejores propiedades mecánicas. El valor de esta humedad óptima depende de la energía de compactación brindada al suelo, y en caso de incrementarse ésta, la humedad óptima será menor y la densidad seca máxima mayor.

Los suelos expansivos son aquellos en los que su volumen se incrementa a mayores contenidos de humedad y requieren especial atención. Para prevenir los potenciales

problemas asociados con este tipo de materiales, es importante que ellos no sean sobre compactados por el lado seco del porcentaje de humedad óptimo. Se recomienda que este tipo de suelos se compacten por el lado húmedo ligeramente en exceso de la humedad óptima determinada por el ensayo AASHTO T- 99, lo cual minimizará la probabilidad de hinchamiento.

### **5.3. Ensayos de resistencia para suelos de subrasante**

Los ensayos destinados a medir la resistencia de un suelo frente a cargas dinámicas de tránsito son muy variados, siendo los más comunes:

- Relación de Valor Soporte California (CBR).
- Valor de resistencia de Hveem (Valor R).
- Ensayo de placa de carga (Valor k).
- Penetración dinámica con cono.
- Módulo resiliente.

#### **5.3.1. Valor Soporte California**

Mide la resistencia del suelo a la penetración de un pistón de 1935 mm<sup>2</sup> (3 pulg<sup>2</sup>) de área de una probeta de 15 cm (6 pulg) de diámetro y 12.5 cm (5 pulg) de altura, con una velocidad de 1.27 mm/min (0.05pulg/min). La fuerza requerida para forzar el pistón dentro del suelo se mide a determinados intervalos de penetración. Estas fuerzas se comparan con las necesarias para producir iguales penetraciones en una muestra patrón que es una piedra partida bien graduada. El CBR en porcentaje y es, por definición:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga que produce una penetracion de 2.5 mm en el suelo}}{\text{Carga que produce una penetracion de 2.5 mm en la muestra patron}}$$

Los suelos finos son compactados a la humedad óptima antes de ser ensayados. Los suelos granulares se compactan a diferentes contenidos de humedad por encima y por debajo del óptimo. Las muestras se sumergen en agua durante 96 horas antes del ensayo para simular las condiciones de saturación y tener así los CBR en las condiciones más críticas. Se pueden agregar pesos a la superficie de la probeta para simular las sobrecargas debidas al peso del paquete estructural.

Dado que este ensayo es, por naturaleza arbitrario, tiene bastantes limitaciones, pero sus mayores ventajas son su simpleza y la gran cantidad de datos existentes y acumulados permiten una buena correlación.

#### 5.4. Propiedades determinadas de los suelos encontrados en el tramo de diseño

Las muestras que han sido llevado a laboratorio, son de los puntos que se muestra en la siguiente imagen:

Imagen N° 3. Puntos de muestras llevadas a laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Las 10 muestras se clasificaron a grupos de suelos como se muestra en el siguiente cuadro N°1. Donde las muestras, están enmarcadas en las filas, de color plomo, cada uno lleva su posición de acuerdo a la progresiva donde se encuentra. Por ejemplo, en la primera fila de color plomo y columna dos se encuentra, la primera muestra M1, que está en la progresiva 0+040.

Por otro lado, también es válido hacer conocer que en promedio están a distanciados de una muestra a otra, con una separación de 750 m, Puesto que, según Jacob C, indica “las exploraciones de los subsuelos deben ser taladrados a mano, calicatas y perforaciones a máquina, con toma de muestras de dichas exploraciones para efectuar ensayos de identificación”. Es decir, que no se encontró, una bibliografía que indique a que distancias tomar las muestras. Si no llevar muestras para lograr clasificar los mismos.

Cuadro N° 1. Clasificación de las 10 muestras de suelos del tramo

Propiedades	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Clasificación de suelos	M1(0+040)	M2(1+140)	M3(2+090)	M4(2+660)
Grava (2-76 mm) % peso	0.30	0.31	0.29	0.27
Arena (0.075-2 mm) % peso	53.91	53.65	53.83	53.87
limo y arcillas (<0.075 mm) % peso	45.79	46.04	45.89	45.86
Limite liquido	23	23	23	23
Índice de plasticidad	8	8	8	8
Clasificación SUCS	SC	SC	SC	SC
Clasificación AASHTO	A-4(2)	A-4(2)	A-4(2)	A-4(2)
Clasificación de suelos	M5(3+320)	M6(4+100)	M7(5+300)	
Grava (2-76 mm) % peso	44.64	44.48	44.69	
Arena (0.075-2 mm) % peso	37.13	37.11	37.16	
limo y arcillas (<0.075 mm) % peso	18.23	18.41	18.14	
Limite liquido	39	39	39	
Índice de plasticidad	18	20	18	
Clasificación SUCS	GC	GC	GC	
Clasificación AASHTO	A-2-6(0)	A-2-6(0)	A-2-6(0)	
Clasificación de suelos	M8(5+870)	M9(6+350)	M10(6+790)	
Grava (2-76 mm) % peso	10.56	10.78	10.76	
Arena (0.075-2 mm) % peso	85.12	84.72	84.88	
limo y arcillas (<0.075 mm) % peso	4.32	4.50	4.35	
Limite liquido	36	36	36	
Índice de plasticidad	10	10	7	
Clasificación SUCS	SP	SP	SP	
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar la clasificación de suelos en el cuadro anterior, obedece a la clasificación visual hecha en campo, es decir la presencia de tres tipos de suelos, que, en el primer tramo, se encuentra la presencia de un suelo tipo SC arena arcillosa, segundo tramo de un suelo GC grava arcillosa y el último tramo de un suelo SP arena mal graduada con grava.

Una vez conocida la presencia de los tres tipos de suelos mencionados, se lleva a laboratorio la muestra M2, M6 y la M9, con el objetivo de lograr conocer sus propiedades de compactación T-180 y sus respectivos CBR. La muestra M2 representa al tramo 0+000 a 2+990; la M6 al tramo 2+990 – 5+500; M9 al tramo 5+500 – 7+012.

Lo mencionado se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2. Propiedades de los tres tipos de suelos del tramo de diseño

Propiedades	Muestra		
	M2	M6	M9
Tramo al que representa la muestra	0+000- 2+990	2+990- 5+500	5+500 - 7+012
Clasificación de suelos			
Grava (2-76 mm) % peso	0.31	44.48	10.78
Arena (0.075-2 mm) % peso	53.65	37.11	84.72
limo y arcillas (<0.075 mm) % peso	46.04	18.41	4.50
Limite liquido	23	39	36
Índice de plasticidad	8	20	10
Clasificación SUCS	SC	GC	SP
Clasificación AASHTO	A-4(2)	A-2-6(0)	A-2-4(0)
Relación entre humedad y densidad			
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.00	1.96
Humedad óptima (%)	10.82	11.71	7.30
Valores de resistencia de subrasante			
CBR al 100 % de la densidad máxima (%)	25	37	29
CBR al 95 % de la densidad máxima (%)	23	34	26

Fuente: Elaboración propia

## 6. Tablas y figuras de referencia para caracterizar el suelo

Tabla N° 1. Clasificación y uso del suelo según el valor de CBR

Clasificación y uso del suelo según el valor de CBR.		
CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2-5	Muy mala	Sub-rasante
5-8	Mala	Sub-rasante
8-20	Regular - Buena	Sub-rasante
20-30	Excelente	Sub-rasante
30-60	Buena	Sub-base
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: Assis A 1988

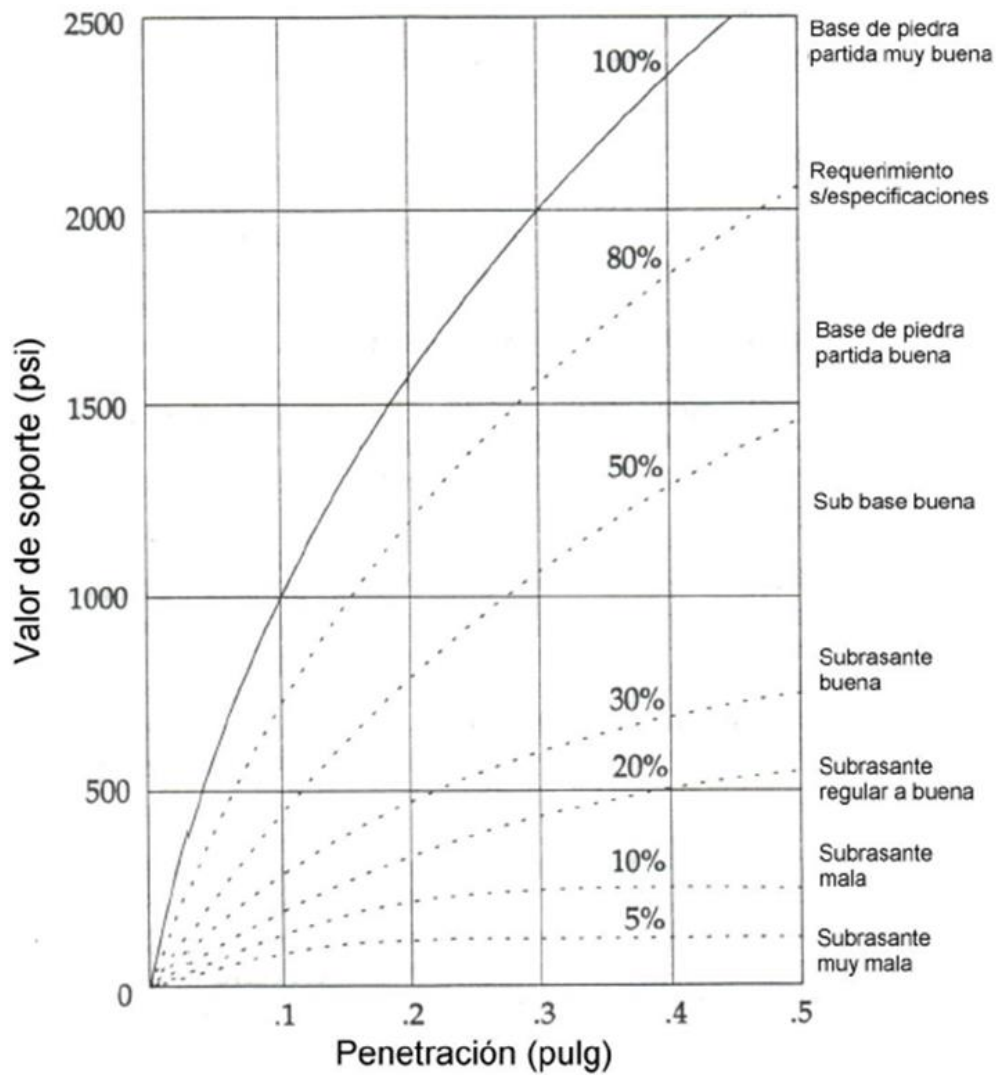


Tabla N° 2. Características del suelo según el índice de plasticidad

Características del suelo según el índice de plasticidad	
Índice de plasticidad	Características
$IP > 20$	Suelos muy arcillosos
$20 > IP > 10$	Suelos arcillosos
$10 > IP > 4$	Suelos poco arcillosos
$IP = 0$	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, Perú (2013)

Figura N° 1. Curvas de penetración CBR para distintos tipos de suelos



Fuente: Diseño de pavimentos (AASHTO -93) del IBCH

## **7. Comportamiento del suelo como suelo de fundación del camino**

Conocida sus propiedades físicas y propiedades de resistencia de las muestras presentadas en el cuadro número 1 y 2, es momento de entrar a conocer su comportamiento del suelo como suelo de fundación.

El suelo de fundación o también llamado subrasante es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

Un suelo para sub rasante se caracteriza por ser muy mala al tener un CBR entre 2-5 %, mala por tener un CBR entre 5-8 %, regular a buena por tener un CBR entre 8-20 % y excelente por tener entre un CBR entre 20-30 %.

El índice de grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice igual o mayor a 20, un suelo no utilizable para carreteras. Por esta razón también lo tomamos como excelente al suelo de fundación.

Otro de las propiedades a tomar en cuenta para un suelo de fundación es la expansión. Para conocer el suelo si se trata de un suelo expansivo, es posible identificar en base al índice de plasticidad, siendo de expansión bajo aquel suelo que tiene un índice de plasticidad menor a 18 %, de expansión medio aquel que tiene un índice de plasticidad entre 15-28, de expansión alto aquel que tiene un índice de plasticidad entre 25-41, y de expansión muy alta es aquel que tiene índice de plasticidad mayor a 35 %.

De lo anterior concluimos que el suelo para trabajar como suelo de fundación tiene las condiciones apropiadas como ser: el CBR que varía entre 22-34 % clasificándose como excelente, el índice de grupo que varía entre 0-2 clasificados como muy buena y el índice de plasticidad que varía entre 8-20 % que tiene una expansión de bajo a medio.

## **8. Resultados de ensayos de laboratorio de suelos**



## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE

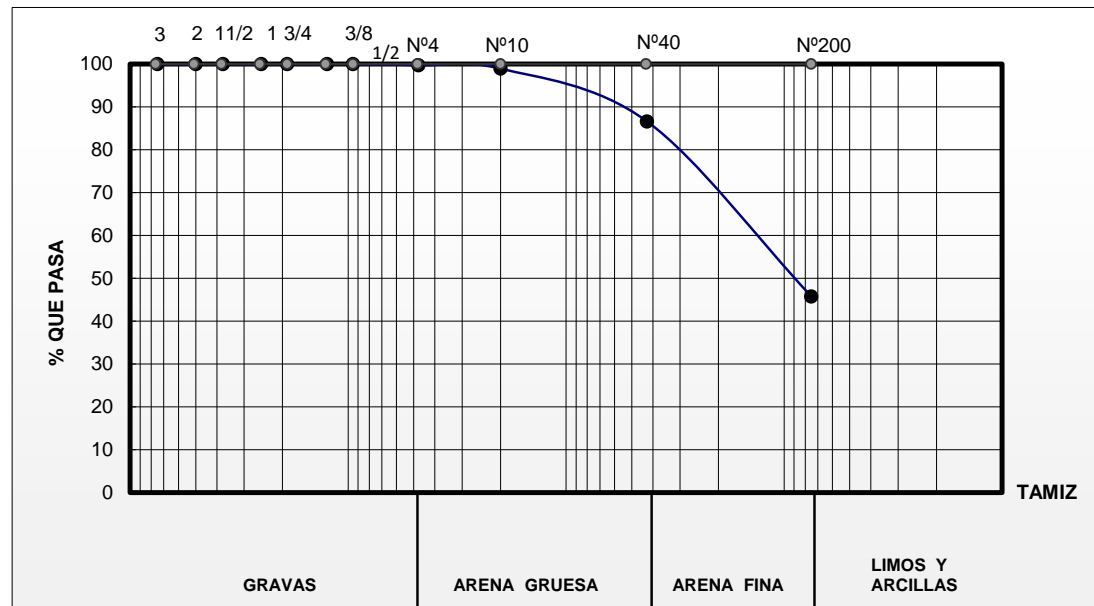
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES

Fecha: 25/01/2021

Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON

Identificación: MUESTRA 1

Peso Total (gr.)			500.1	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	1.52	1.52	0.30	99.70
Nº10	2.00	3.86	5.38	1.08	98.92
Nº40	0.425	61.66	67.04	13.41	86.59
Nº200	0.075	204.06	271.10	54.21	45.79



gravas = 0.30  
arenas = 53.91  
limo y arcilla : 45.79

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

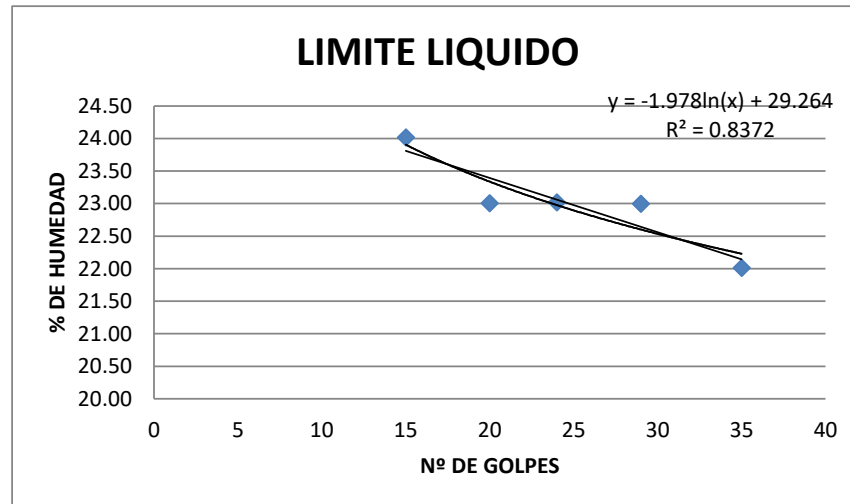
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 25/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 1

Capsula N°	1	2	3	4	5
N° de golpes	15	20	24	29	35
Suelo Húmedo + Cápsula	50.81	40.32	42.96	46.96	47.54
Suelo Seco + Cápsula	43.47	35.13	37.32	40.59	41.04
Peso del agua	7.34	5.19	5.64	6.37	6.5
Peso de la Cápsula	12.91	12.57	12.82	12.89	11.51
Peso Suelo seco	30.56	22.56	24.5	27.7	29.53
Porcentaje de Humedad	24.02	23.01	23.02	23.00	22.01



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	14.7	14.87	16.84
Peso de suelo seco + Cápsula	14.47	14.6	16.3
Peso de cápsula	12.91	12.83	12.67
Peso de suelo seco	1.56	1.77	3.63
Peso del agua	0.23	0.27	0.54
Contenido de humedad	14.74	15.25	14.88

Límite Líquido (LL)	<b>23</b>
Límite Plástico (LP)	<b>15</b>
Indice de plasticidad (IP)	<b>8</b>
Indice de Grupo (IG)	<b>2</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

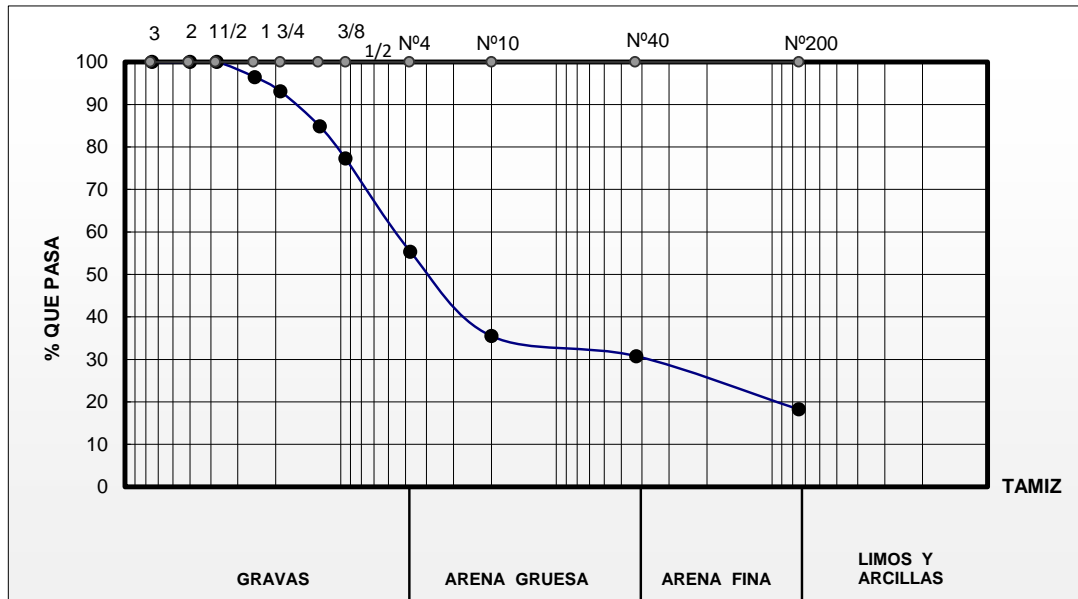
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 30/01/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 5

Peso Total (gr.)			3206.4	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	114.00	114.00	3.56	96.44
3/4"	19.00	107.40	221.40	6.90	93.10
1/2"	12.50	263.40	484.80	15.12	84.88
3/8"	9.50	243.36	728.16	22.71	77.29
Nº4	4.75	703.13	1431.29	44.64	55.36
Nº10	2.00	636.75	2068.04	64.50	35.50
Nº40	0.425	152.30	2220.34	69.25	30.75
Nº200	0.075	401.50	2621.84	81.77	18.23



gravas = 44.64  
arenas = 37.13  
limo y arcilla : 18.23

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

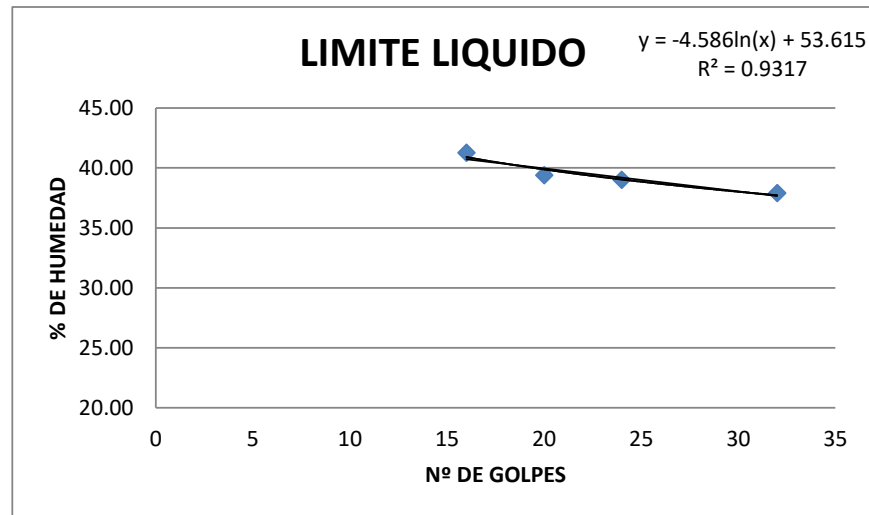
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 30/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 5

Capsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	16	20	24	32
Suelo Húmedo + Cápsula	35.7	37.2	36.3	36.5
Suelo Seco + Cápsula	29.06	30.18	29.619	29.89
Peso del agua	6.67	7.03	6.65	6.58
Peso de la Cápsula	12.89	12.33	12.57	12.53
Peso Suelo seco	16.17	17.85	17.04914	17.3604
Porcentaje de Humedad	41.25	39.38	39.01	37.90



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	16.24	17.33	18.4
Peso de suelo seco + Cápsula	15.6	16.42	17.45
Peso de cápsula	12.53	12.33	12.8
Peso de suelo seco	3.07	4.09	4.65
Peso del agua	0.64	0.91	0.95
Contenido de humedad	20.85	22.25	20.43

Límite Líquido (LL)	<b>39</b>
Límite Plástico (LP)	<b>21</b>
Indice de plasticidad (IP)	<b>18</b>
Indice de Grupo (IG)	<b>0</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

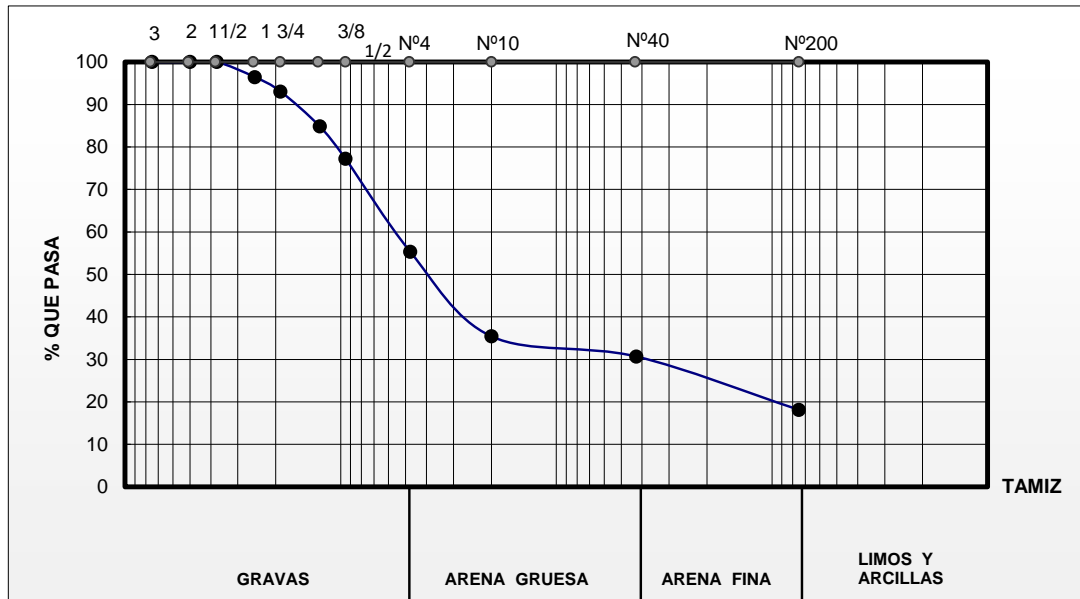
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 30/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 7

Peso Total (gr.)			3204.7	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	113.79	113.79	3.55	96.45
3/4"	19.00	108.62	222.41	6.94	93.06
1/2"	12.50	262.97	485.38	15.15	84.85
3/8"	9.50	244.01	729.39	22.76	77.24
Nº4	4.75	702.89	1432.28	44.69	55.31
Nº10	2.00	637.05	2069.33	64.57	35.43
Nº40	0.425	152.44	2221.77	69.33	30.67
Nº200	0.075	401.47	2623.24	81.86	18.14



gravas = 44.69  
 arenas = 37.16  
 limo y arcilla : 18.14

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

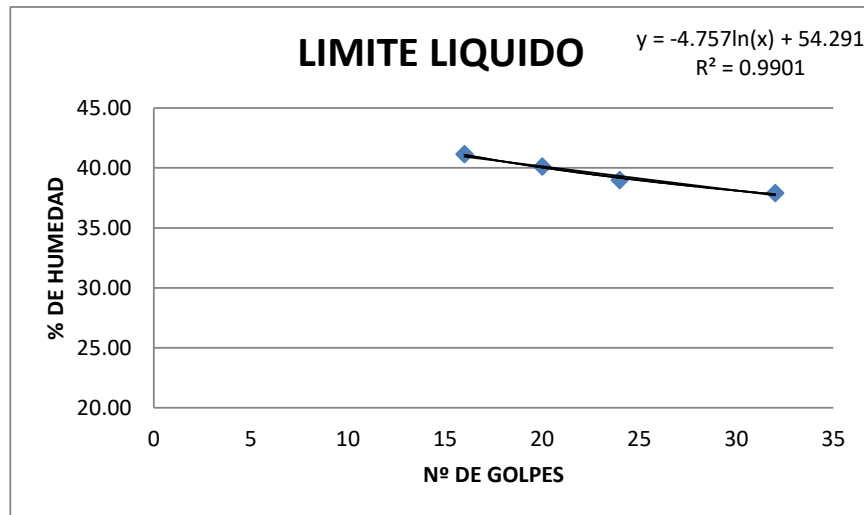
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 30/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 7

Capsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	16	20	24	32
Suelo Húmedo + Cápsula	36.45	37.54	39.42	36.78
Suelo Seco + Cápsula	29.44	30.4	31.95	30.06
Peso del agua	7.01	7.14	7.47	6.72
Peso de la Cápsula	12.4	12.6	12.78	12.33
Peso Suelo seco	17.04	17.8	19.17	17.73
Porcentaje de Humedad	41.14	40.11	38.97	37.90



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	16.14	17.04	18.38
Peso de suelo seco + Cápsula	15.54	16.19	17.42
Peso de cápsula	12.68	12.4	12.7
Peso de suelo seco	2.86	3.79	4.72
Peso del agua	0.60	0.85	0.96
Contenido de humedad	20.98	22.43	20.34

Límite Líquido (LL)	<b>39</b>
Límite Plástico (LP)	<b>21</b>
Índice de plasticidad (IP)	<b>18</b>
Índice de Grupo (IG)	<b>0</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.

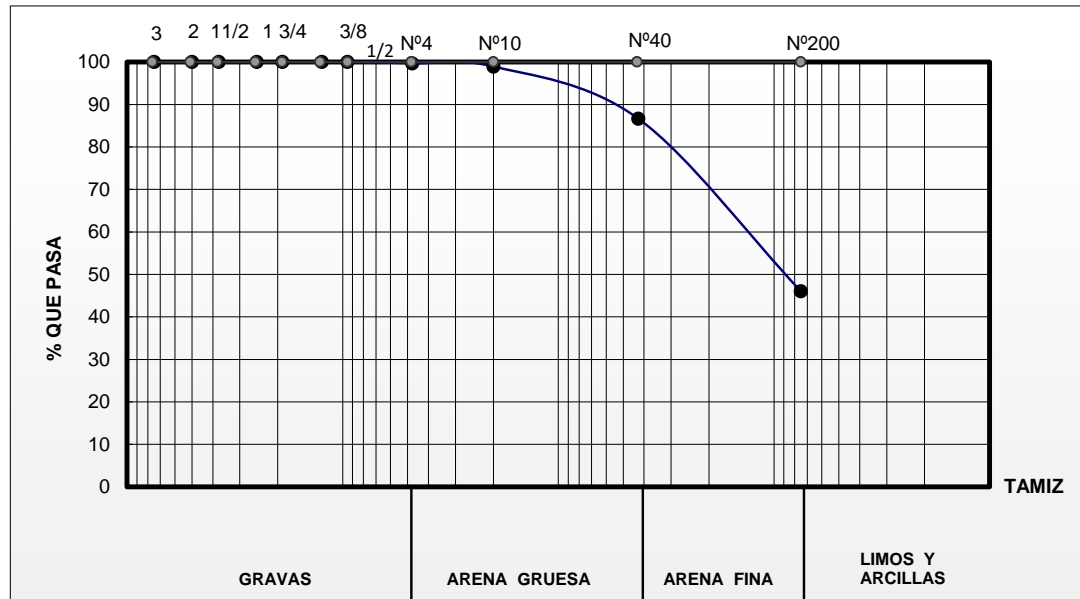




## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 25/01/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 2

Peso Total (gr.)			500.03	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	1.56	1.56	0.31	99.69
Nº10	2.00	3.75	5.31	1.06	98.94
Nº40	0.425	61.44	66.75	13.35	86.65
Nº200	0.075	203.08	269.83	53.96	46.04



gravas = 0.31  
arenas = 53.65  
limo y arcilla : 46.04

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

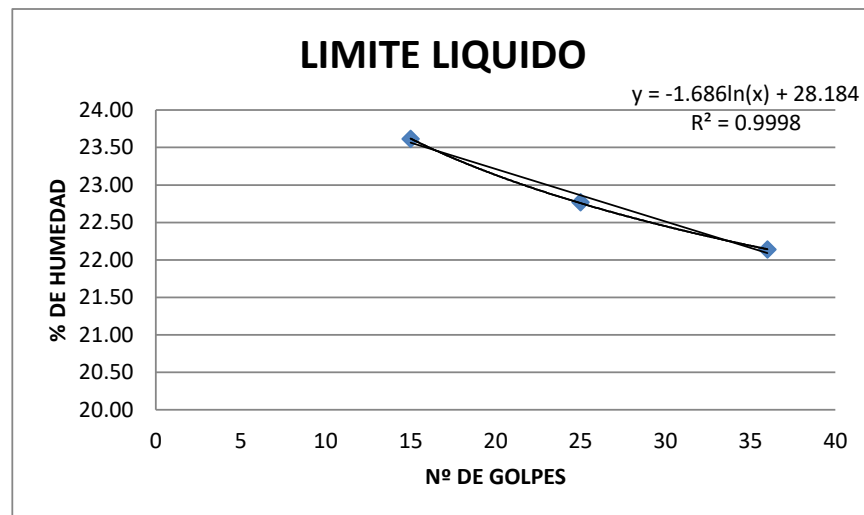
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 25/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 2

Capsula Nº	1	2	3
Nº de golpes	15	25	36
Suelo Húmedo + Cápsula	50.8	40.3	43.0
Suelo Seco + Cápsula	43.57	35.22	37.26
Peso del agua	7.24	5.1	5.7
Peso de la Cápsula	12.91	12.82	11.51
Peso Suelo seco	30.66	22.4	25.75
Porcentaje de Humedad	23.61	22.77	22.14



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	14.68	14.81	15.31
Peso de suelo seco + Cápsula	14.4	14.57	14.98
Peso de cápsula	12.49	12.92	12.73
Peso de suelo seco	1.91	1.65	2.25
Peso del agua	0.28	0.24	0.33
Contenido de humedad	14.66	14.55	14.67

Límite Líquido (LL)	<b>23</b>
Límite Plástico (LP)	<b>15</b>
Indice de plasticidad (IP)	<b>8</b>
Indice de Grupo (IG)	<b>2</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

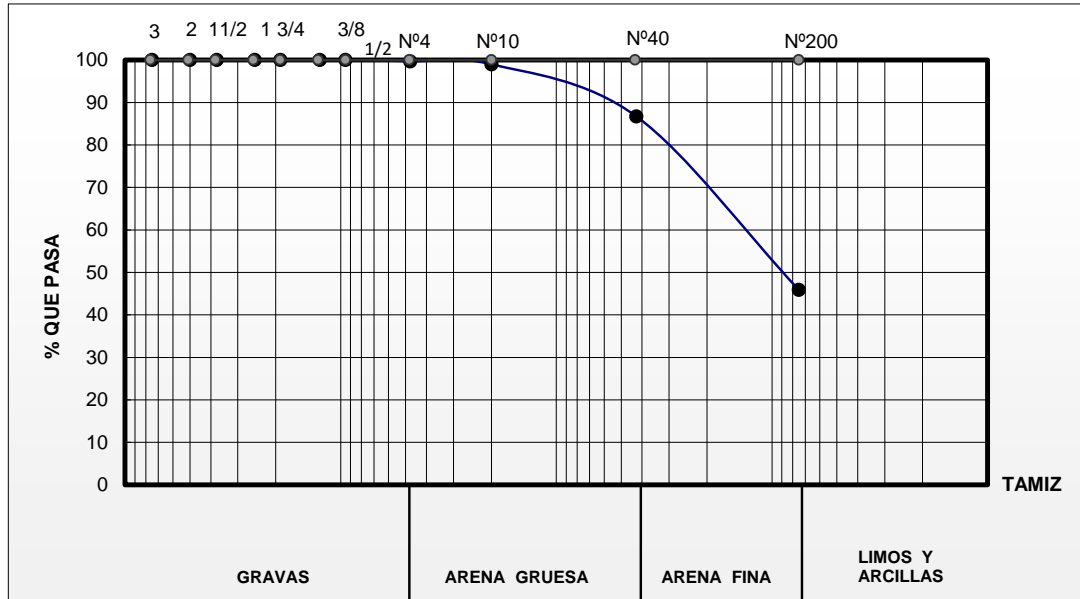
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES      Fecha: 25/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON      Identificación: MUESTRA 3

Peso Total (gr.)			500.08	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
2"	50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1"	25.00	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
Nº4	4.75	1.43	1.43	0.29	<b>99.71</b>
Nº10	2.00	3.64	5.07	1.01	<b>98.99</b>
Nº40	0.425	61.37	66.44	13.29	<b>86.71</b>
Nº200	0.075	204.17	270.61	54.11	<b>45.89</b>



gravas =                    0.29  
 arenas =                    53.83  
 limo y arcilla :            45.89

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
**LABORATORISTA**

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.**

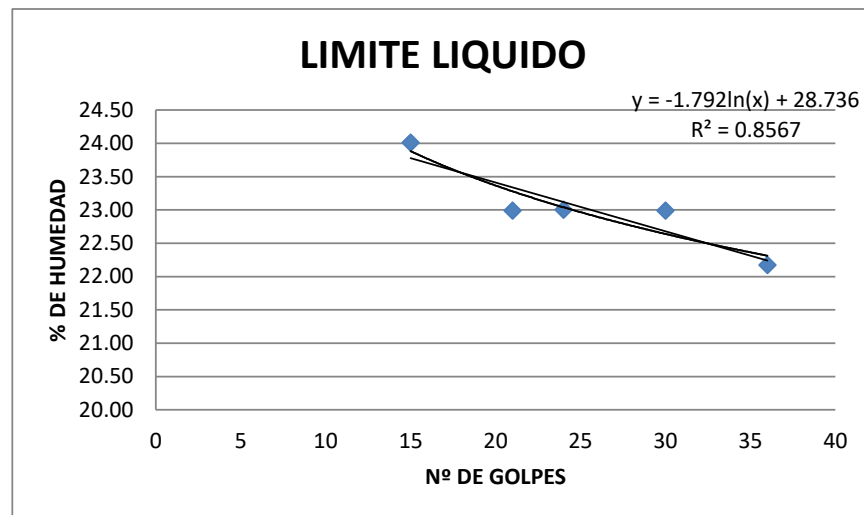
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 25/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 3

Capsula Nº	1	2	3	4	5
Nº de golpes	15	21	24	30	36
Suelo Húmedo + Cápsula	50.63	44.32	44.96	47.56	47.06
Suelo Seco + Cápsula	43.31	38.44	38.95	41.08	40.77
Peso del agua	7.32	5.88	6.01	6.48	6.29
Peso de la Cápsula	12.82	12.86	12.82	12.89	12.4
Peso Suelo seco	30.49	25.58	26.13	28.19	28.37
Porcentaje de Humedad	24.01	22.99	23.00	22.99	22.17



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	15.18	17.4	16.72
Peso de suelo seco + Cápsula	14.88	16.79	16.15
Peso de cápsula	12.86	12.82	12.34
Peso de suelo seco	2.02	3.97	3.81
Peso del agua	0.30	0.61	0.57
Contenido de humedad	14.85	15.37	14.96

Límite Líquido (LL)	<b>23</b>
Límite Plástico (LP)	<b>15</b>
Indice de plasticidad (IP)	<b>8</b>
Indice de Grupo (IG)	<b>2</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

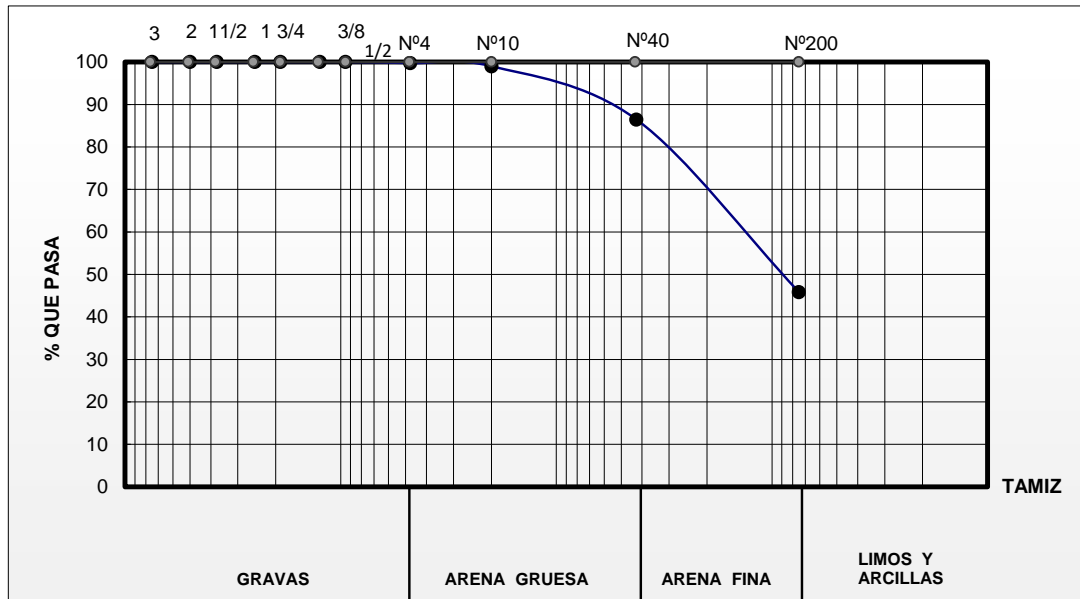
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES      Fecha: 25/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON      Identificación: MUESTRA 4

Peso Total (gr.)			500.06	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
2"	50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1"	25.00	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>
Nº4	4.75	1.33	1.33	0.27	<b>99.73</b>
Nº10	2.00	3.66	4.99	1.00	<b>99.00</b>
Nº40	0.425	62.66	67.65	13.53	<b>86.47</b>
Nº200	0.075	203.07	270.72	54.14	<b>45.86</b>



gravas =                    0.27  
 arenas =                    53.87  
 limo y arcilla :            45.86

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
**LABORATORISTA**

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
**RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.**

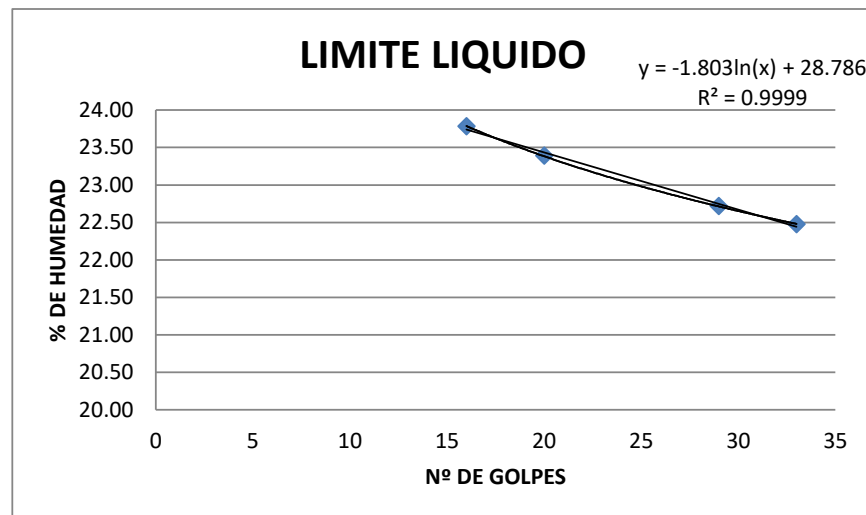
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 25/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 4

Capsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	16	20	29	33
Suelo Húmedo + Cápsula	48.63	63.4	54.2	53.65
Suelo Seco + Cápsula	41.75	53.82	46.54	46.17
Peso del agua	6.88	9.58	7.66	7.48
Peso de la Cápsula	12.82	12.86	12.82	12.89
Peso Suelo seco	28.93	40.96	33.72	33.28
Porcentaje de Humedad	23.78	23.39	22.72	22.48



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	15.14	17.16	16.34
Peso de suelo seco + Cápsula	14.84	16.62	15.82
Peso de cápsula	12.91	12.89	12.4
Peso de suelo seco	1.93	3.73	3.42
Peso del agua	0.30	0.54	0.52
Contenido de humedad	15.54	14.48	15.20

Límite Líquido (LL)	<b>23</b>
Límite Plástico (LP)	<b>15</b>
Indice de plasticidad (IP)	<b>8</b>
Indice de Grupo (IG)	<b>2</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

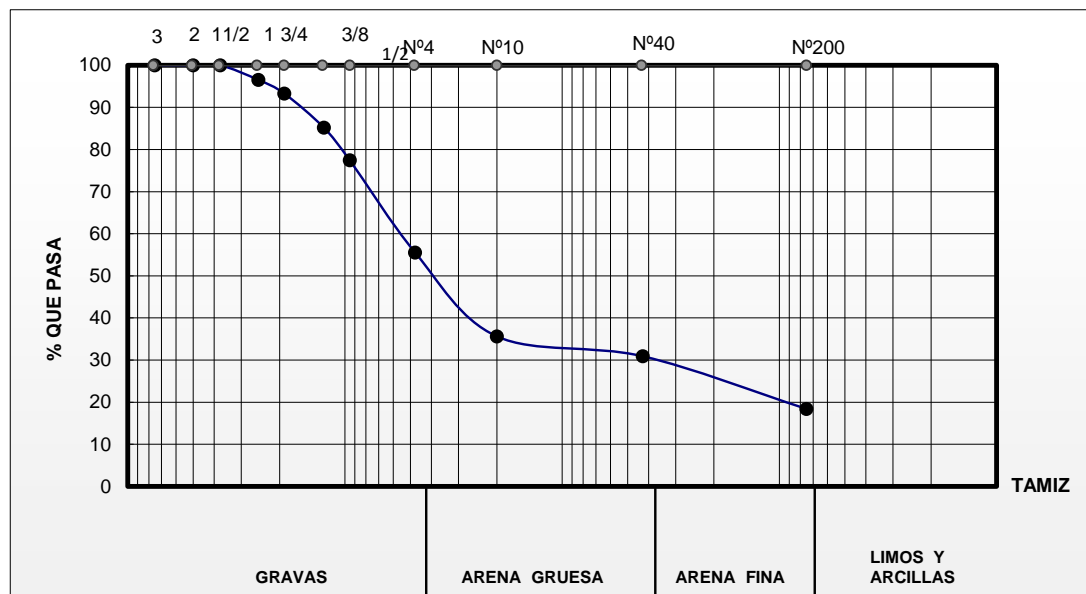
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 30/01/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 6

Peso Total (gr.)			3208.4	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	111.84	111.84	3.49	96.51
3/4"	19.00	104.24	216.08	6.73	93.27
1/2"	12.50	259.31	475.39	14.82	85.18
3/8"	9.50	248.63	724.02	22.57	77.43
Nº4	4.75	703.13	1427.15	44.48	55.52
Nº10	2.00	637.94	2065.09	64.37	35.63
Nº40	0.425	151.91	2217.00	69.10	30.90
Nº200	0.075	400.73	2617.73	81.59	18.41



gravas = 44.48  
arenas = 37.11  
limo y arcilla = 18.41

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

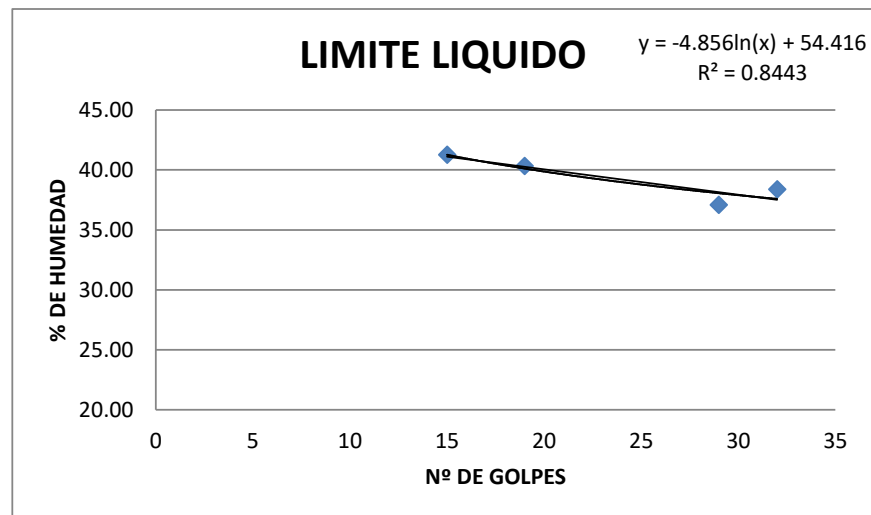
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 30/01/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 6

Capsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	15	19	29	32
Suelo Húmedo + Cápsula	35.73	37.21	36.27	36.47
Suelo Seco + Cápsula	29.06	30.06	29.86	29.83
Peso del agua	6.67	7.15	6.41	6.64
Peso de la Cápsula	12.89	12.33	12.57	12.53
Peso Suelo seco	16.17	17.73	17.29	17.3
Porcentaje de Humedad	41.25	40.33	37.07	38.38



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	14.24	14.21	13.26
Peso de suelo seco + Cápsula	13.93	13.87	13.11
Peso de cápsula	12.24	12.35	12.15
Peso de suelo seco	1.69	1.52	0.96
Peso del agua	0.31	0.34	0.15
Contenido de humedad	18.34	22.37	15.63

Límite Líquido (LL)	<b>39</b>
Límite Plástico (LP)	<b>19</b>
Índice de plasticidad (IP)	<b>20</b>
Índice de Grupo (IG)	<b>0</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.

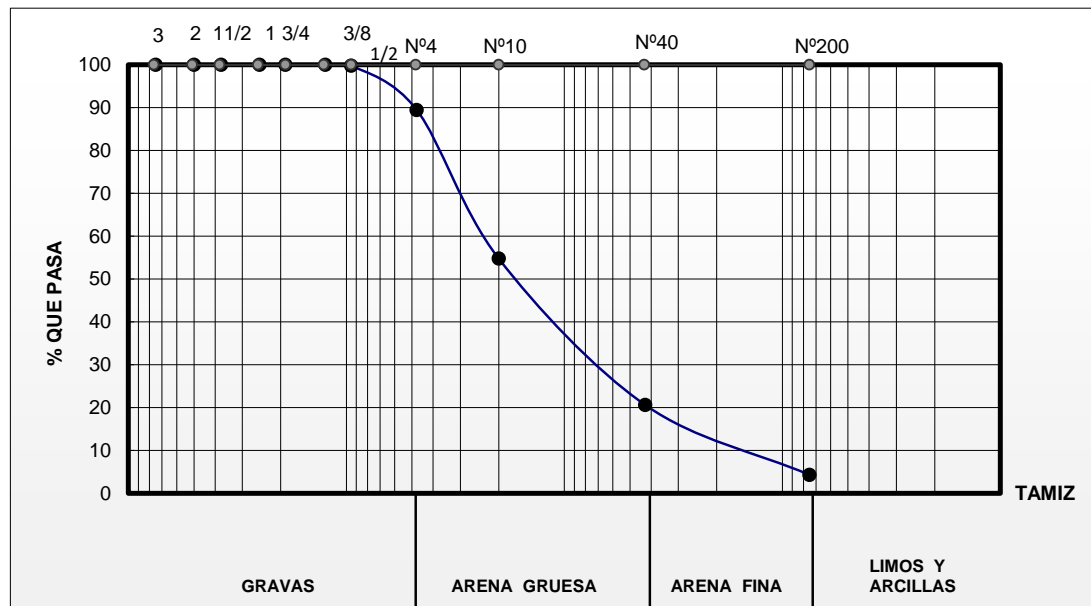




## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 11/02/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 8

Peso Total (gr.)			3500	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	7.32	7.32	0.21	99.79
Nº4	4.75	362.44	369.76	10.56	89.44
Nº10	2.00	1213	1582.76	45.22	54.78
Nº40	0.425	1196.2	2778.96	79.40	20.60
Nº200	0.075	570	3348.96	95.68	4.32



gravas = 10.56  
arenas = 85.12  
limo y arcilla : 4.32

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

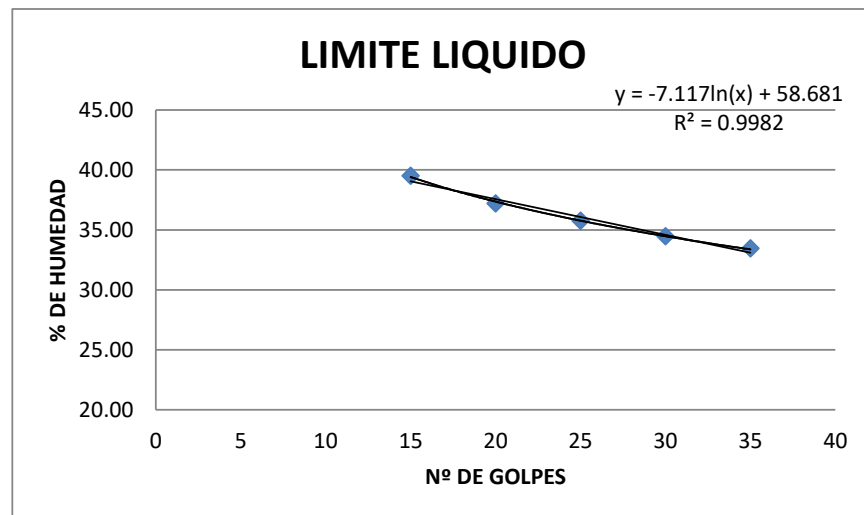
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 11/02/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 8

Capsula Nº	1	2	3	4	5
Nº de golpes	15	20	25	30	35
Suelo Húmedo + Cápsula	37.92	34.13	42.87	40.41	43.2
Suelo Seco + Cápsula	30.74	28.37	34.78	33.19	35.42
Peso del agua	7.18	5.76	8.09	7.22	7.78
Peso de la Cápsula	12.57	12.89	12.15	12.24	12.16
Peso Suelo seco	18.17	15.48	22.63	20.95	23.26
Porcentaje de Humedad	39.52	37.21	35.75	34.46	33.45



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	14.18	14.48	14.66
Peso de suelo seco + Cápsula	13.8	14	14.19
Peso de cápsula	12.17	12.47	12.15
Peso de suelo seco	1.63	1.53	2.04
Peso del agua	0.38	0.48	0.47
Contenido de humedad	23.31	31.37	23.04

Límite Líquido (LL)	<b>36</b>
Límite Plástico (LP)	<b>26</b>
Índice de plasticidad (IP)	<b>10</b>
Índice de Grupo (IG)	<b>0</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

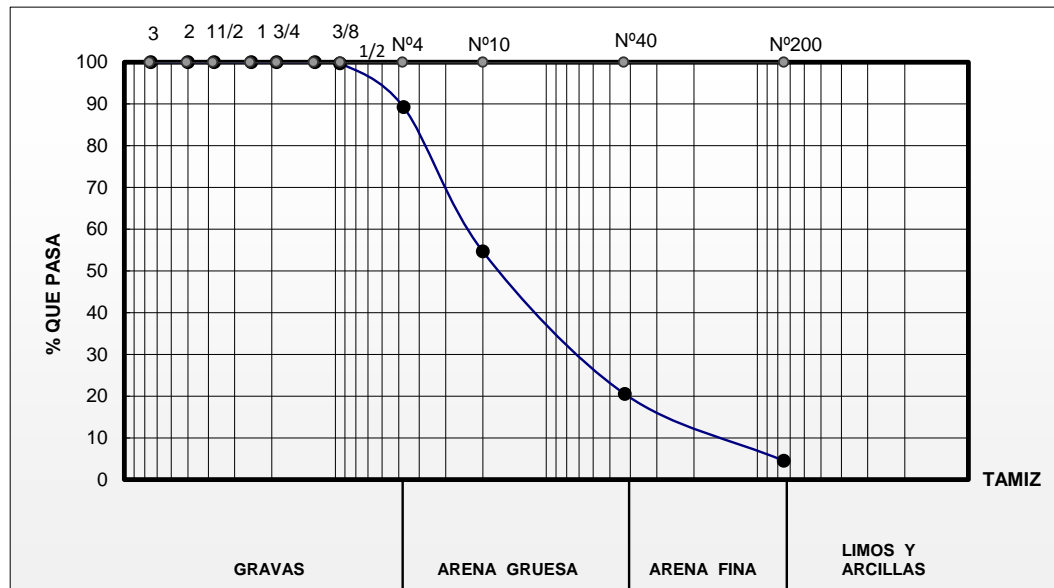
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 11/02/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 9

Peso Total (gr.)			3500	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	8.9	8.90	0.25	99.75
Nº4	4.75	368.3	377.20	10.78	89.22
Nº10	2.00	1210.1	1587.30	45.35	54.65
Nº40	0.425	1195.2	2782.50	79.50	20.50
Nº200	0.075	560	3342.50	95.50	4.50



gravas = 10.78  
arenas = 84.72  
limo y arcilla : 4.50

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

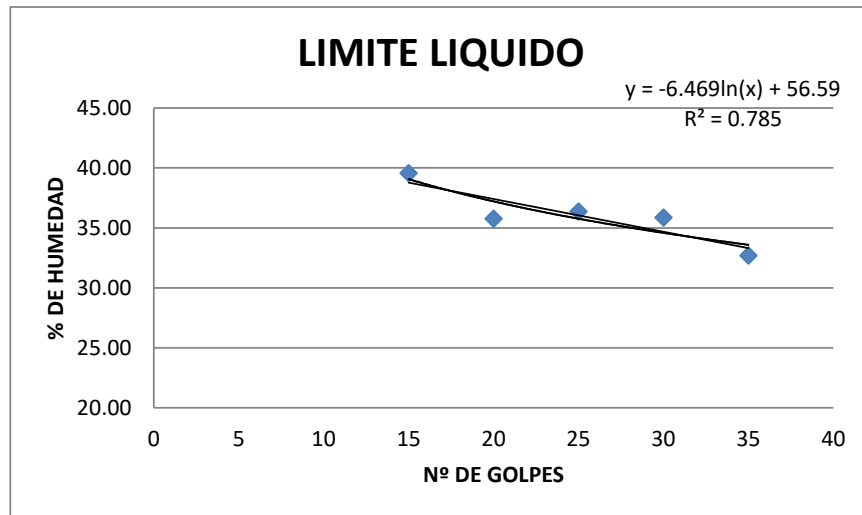
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 11/02/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 9

Capsula Nº	1	2	3	4	5
Nº de golpes	15	20	25	30	35
Suelo Húmedo + Cápsula	38.4	33.3	41.6	41.3	39.9
Suelo Seco + Cápsula	31.2	27.9	34	34.2	33.2
Peso del agua	7.2	5.4	7.6	7.1	6.7
Peso de la Cápsula	13	12.8	13.1	14.4	12.7
Peso Suelo seco	18.2	15.1	20.9	19.8	20.5
Porcentaje de Humedad	39.56	35.76	36.36	35.86	32.68



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	14.3	14.7	14.4
Peso de suelo seco + Cápsula	14	14.2	14.1
Peso de cápsula	12.7	12.6	12.8
Peso de suelo seco	1.30	1.60	1.30
Peso del agua	0.30	0.50	0.30
Contenido de humedad	23.08	31.25	23.08

Límite Líquido (LL)	<b>36</b>
Límite Plástico (LP)	<b>26</b>
Indice de plasticidad (IP)	<b>10</b>
Indice de Grupo (IG)	<b>0</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

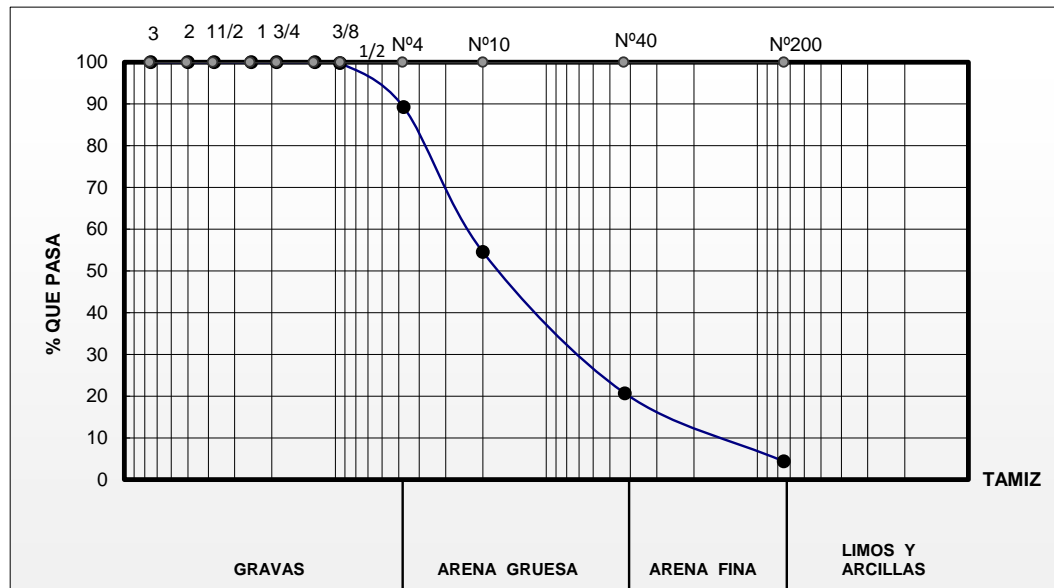
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## GRANULOMETRÍA

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 11/02/2021  
Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 10

Peso Total (gr.)			3500	A.S.T.M.	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	7.34	7.34	0.21	99.79
Nº4	4.75	369.4	376.74	10.76	89.24
Nº10	2.00	1214.18	1590.92	45.45	54.55
Nº40	0.425	1184.76	2775.68	79.31	20.69
Nº200	0.075	572	3347.68	95.65	4.35



gravas = 10.76  
arenas = 84.88  
limo y arcilla : 4.35

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

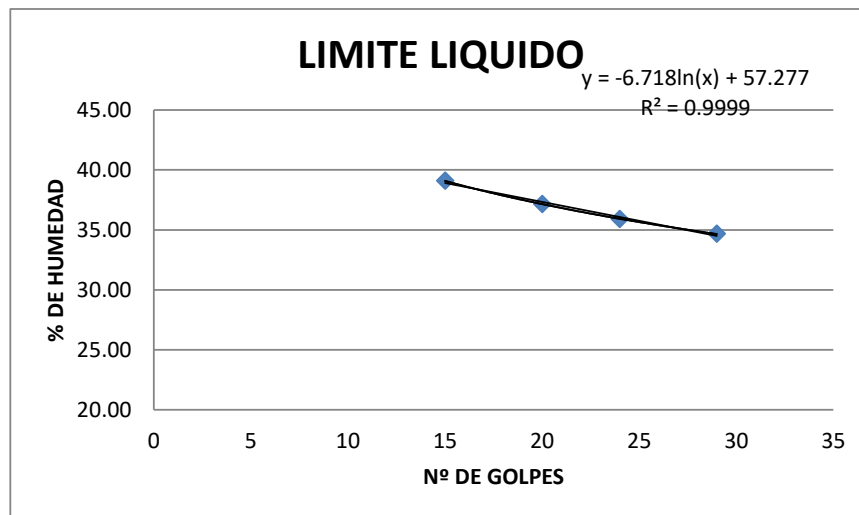
Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.



## LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: DISEÑO DE INGENIERIA DEL TRAMO CARLAZO CENTRO - CARLAZO ESTE  
 Solicitante: Dpto. de VIAS Y COMUNICACIONES Fecha: 11/02/2021  
 Laboratoristas: Univ. BLADIMIR J. MARTINEZ MALLON Identificación: MUESTRA 10

Capsula Nº	1	2	3	4
Nº de golpes	15	20	24	29
Suelo Húmedo + Cápsula	39.2	36.4	39.6	39.9
Suelo Seco + Cápsula	32.23	29.98	32.52	33
Peso del agua	6.97	6.42	7.08	6.9
Peso de la Cápsula	14.4	12.7	12.8	13.1
Peso Suelo seco	17.83	17.28	19.72	19.9
Porcentaje de Humedad	39.09	37.15	35.90	34.67



### Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	14.17	15.32	14.84
Peso de suelo seco + Cápsula	13.8	14.7	14.34
Peso de cápsula	12.6	12.14	12.69
Peso de suelo seco	1.20	2.56	1.65
Peso del agua	0.37	0.62	0.50
Contenido de humedad	30.83	24.22	30.30

Límite Líquido (LL)	<b>36</b>
Límite Plástico (LP)	<b>28</b>
Índice de plasticidad (IP)	<b>7</b>
Índice de Grupo (IG)	<b>0</b>

Univ. Bladimir Jhovany Martinez Mallon  
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño  
 RESP. LAB. SUELOS-TEC-U.A.J.M.S.

Nota: El laboratorio de suelos de la carrera de ingeniería civil, no se hace responsable de los datos obtenidos. Es netamente responsable el laboratorista.

## PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

### 1. Categorización de la vía

El tramo “Carlazo Centro- Carlazo Este” es de categoría: camino de desarrollo rural según el manual de la administradora boliviana de carreteras 2007. La categoría es de acuerdo a la cantidad de tráfico proyectado y principalmente a la topografía de cada uno de los tramos, ya que está dada para las condiciones del alineamiento tanto en lo horizontal como en lo vertical.

Tipo de terreno. - el tipo de terreno que se presenta a lo largo de la vía es terreno ondulado fuerte a montañoso, debido a que se presentan tramos donde la pendiente fluctúa entre 3 a 6 % y otros donde la rasante presenta pendientes sostenidas entre 4 y 12 %.

### 2. Parámetros de diseño geométrico

#### 2.1. Velocidad de proyecto. ( $V_p$ )

Es la velocidad de proyecto permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado bajo condiciones de seguridad y comodidad, para el presente proyecto se establece una velocidad de proyecto 30 km/hr, esto debido a que se trata de un camino de categoría de desarrollo y el tipo de terreno que presenta es de terreno ondulado fuerte a montañoso, según se especifica en el manual de diseño geométrico de A.B.C.

#### 2.2. Radio mínimo. ( $R_{min}$ )

El radio mínimo se define en función de la velocidad del proyecto y bajo criterios de seguridad ante el deslizamiento y se calcula con la siguiente formula.

$$R_{min} = \frac{V_p^2}{127 \cdot (e_{max} + f)}$$

Donde:

$V_p$  = Velocidad de proyecto, en km/hr.

$f$  = coeficiente de fricción entre la llanta y el pavimento.

$e_{\max}$  = Peralte máximo, en m/m.

$R_{\min}$  = 24.850 m.

### 2.3. Pendiente de la vía.

#### 2.3.1. Pendiente máxima.

La pendiente máxima admisible de la rasante para el proyecto se define según la siguiente tabla.

Tabla N° 1. Pendientes máximas admisibles [%]

Categoría	Velocidad de proyecto (km/hr)									
	≤ 30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Desarrollo	10-12	10-9	9	-	-	-	-	-	-	-
Local	-	9	9	8	8	-	-	-	-	-
Colector	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-
Primario	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-
Autorutas	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-
Autopistas	-	-	-	-	-	5	-	4,5	-	4

Fuente: Manual de diseño geométrico A.B.C.

La pendiente máxima admisible para el camino en desarrollo y velocidad de proyecto es igual a  $i_{\max} = 12\%$ . Y de 30 km/hr.

#### 2.3.2. Pendiente mínima

La fijación de pendientes longitudinales mínimas tiene por objeto asegurar un eficiente escurrimiento de las aguas superficiales sobre la calzada.

En general, es deseable que en los casos de secciones en corte o mixtas la carretera tenga una pequeña pendiente longitudinal, por lo menos del orden del 0.5%.

Por estos motivos se asume una pendiente mínima de  $i_{\min} = 0.5\%$ .

### 2.4. Distancia mínima de visibilidad de frenado

La distancia de frenado sobre una alineación recta de pendiente uniforme, se calcula mediante la siguiente expresión según el A.B.C.



$$d_f = \frac{V \cdot t}{3.6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_1 + i)}$$

Donde:

Velocidad de proyecto.  $V_p = 30$  Km/hr.

Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.  $F_1 = 0.420$

Tiempo de percepción + reacción.  $T = 2$  Seg.

Pendiente longitudinal.  $I = 0.040$  m/m.

Entonces la distancia de visibilidad de frenado es igual a  $d_f = 25$  m.

### 2.5. Distancia de visibilidad de adelantamiento

La distancia de visibilidad mínima de adelantamiento se define según la siguiente tabla.

Tabla N° 2. Distancia mínima de adelantamiento

$V_p$ (km/hr)	Distancia mínima de adelantamiento (m)
30	180
40	240
50	300
60	370
70	440
80	500
90	550
100	600

Fuente: Manual de diseño geométrico A.B.C.

La distancia mínima de visibilidad de adelantamiento para una velocidad de proyecto de 30 km/hr es de  $D_{\text{pasar}} = 180$  m.

### 2.6. Elección del parámetro A de las clotoides

Existen al menos cuatro criterios que determinan la elección del parámetro de una clotoide usada como curva de transición, uno de ellos es el siguiente: por condición de guiado óptico, es decir para tener una clara percepción del elemento de enlace y de la curva circular.

El parámetro debe estar comprendido entre:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

Donde:

R = Radio, en m.

### 2.7. Longitudes máximas en tangentes

Los criterios de longitudes máximas en tangentes son:

- Se procura evitar longitudes en tangentes superiores a  $20 \cdot V_p$  (km/hr).
- Se recomienda trazos rectos de longitud comprendida entre  $8 \cdot V_p$  (km/hr) y  $10 \cdot V_p$ .
- Se recomienda trazos de tangente comprendidos entre 600 a 800 m.

### 2.8. Longitudes mínimas en tangentes

Se debe distinguir las situaciones asociadas a curvas sucesivas en distinto sentido o curvas en “S” de aquellas correspondientes a curvas en el mismo sentido.

- Tramos rectos intermedios de mayor longitud entre curvas de distinto sentido: deberán de alcanzar o superar a  $1.4 \cdot V_p$ .
- Los valores deseables y mínimos según tipo de terreno y  $V_p$ , para tramos rectos entre curvas en el mismo sentido son:

Tabla N° 3. Lr mín. entre curvas del mismo sentido

Lr mín. entre curvas del mismo sentido		
Vp	Terreno	Terreno Montañoso
30	-	25
40	110/55	55/30
50	140/70	70/40
60	170/85	85/50
70	195/98	98/65
80	220/110	110/90
90	250/125	-
100	280/150	-
110	305/190	-

Lr mín. entre curvas del mismo sentido		
Vp	Terreno	Terreno Montañoso
120	330/250	-

Fuente: Manual de diseño geométrico A.B.C.

## 2.9. Elementos de curvas horizontales

En los elementos de curvas se debe considerar lo siguiente:

- La sucesión de elementos curvos limita la V85 %, así mismo en tramos rectos.
- En terrenos llanos y ondulados se debe evitar los radios mínimos correspondientes a la categoría de la ruta.
- En terrenos ondulados montañosos, pueden emplearse elementos en el orden de los mínimos.
- El uso de la clotoide es necesario por razones de seguridad, comodidad y estética.
- Las curvas circulares que no requieren clotoides son: si el radio es mayor o igual a 1500 m. para V menor o igual a 80 km/hr. o R es mayor o igual 3000 m. para V mayor o igual a 80 km/hr.

### 2.9.1. Desarrollo mínimo en curvas circulares

Dado que el desarrollo de la curva circular es directamente proporcional al producto de la deflexión asociada a la curva circular y por el radio de la misma, para radios en el orden del radio mínimo y deflexiones pequeñas, resultan desarrollos demasiados cortos que conviene evitar en razón de la adecuada percepción de la curva.

Este parámetro está en función a la velocidad de proyecto y ángulo de deflexión, siendo deseables aquellos mayores o iguales a 20 grados.

Tabla N° 4. Desarrollo mínimo para curvas circulares

Vp(km/hr)	$\Delta = 9^\circ$	$\Delta = 20^\circ$
40	7	16
50	12	26
60	17	38
70	26	57
80	35	78
90	47	104
100	60	134
110	76	170
120	100	220

Fuente: Manual de diseño geométrico A.B.C.

### 2.10. Elementos de curvas en S

Los criterios son:

- En los trazos debería de existir coincidencia entre el término de la clotoide de la primera y el inicio de la clotoide de la segunda curva.
- En tramos rectos entre curvas del mismo sentido, se mantendrá en la recta un peralte mínimo igual al bombeo.

### 2.11. Curvas horizontales con radios sobre los mínimos

El criterio tradicionalmente empleado con anterioridad establecía que, para una velocidad de proyecto dada, correspondían peraltes decrecientes a medida que crecían los radios utilizados. Dicho criterio entra en contradicción con la realidad observada en cuanto a que mientras más amplio es el trazado, mayores son las velocidades que tienden a emplear los usuarios. En consecuencia, las tendencias actuales del diseño mantienen peraltes relativamente altos para un rango amplio de radios, independizándose de la velocidad de proyecto, con lo cual las curvas de radio mayor que el mínimo, aceptan una velocidad específica mayor que la de proyecto, lo que permite mantener la seguridad por criterio de deslizamiento, para aquel grupo de usuarios que tiende a circular a velocidades más elevadas que las de proyecto, todo ello sin aumentar la sensación de enfrentar un trazado aún más amplio.

### 2.12. Peralte

La relación radio y peralte para caminos es el siguiente:

$$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$$

$$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$$

$$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$$

Donde:

$R$  = Radio de la curva circular, en m.

$e$  = Peralte de la curva, en m.

### 2.13. Desarrollo de peralte

El peralte tiene como objetivo contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, generada en las curvas horizontales, este valor dependerá principalmente del radio que posee cada curva, así como la velocidad de diseño que se imprimirá sobre la misma.

La longitud de desarrollo del peralte queda dada por:

$$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$$

Donde:

$l$  = Longitud del desarrollo del peralte (m).

$n$  = Números de carriles entre el eje de giro del peralte y el borde de la calzada.

$a$  = Ancho normal de un carril (m). Se prescinde de los posibles ensanches.

$\Delta_p$  = Variación total de la pendiente transversal para el borde que debe transitar entre (-b) y (+e) en caminos bidireccionales o entre -b y (+e) o (-e) para el borde exterior en carreteras unidireccionales.

$\Delta$  = Pendiente relativa del borde de la calzada, respecto de la pendiente longitudinal del eje de la vía (%), cuyos valores normales y máximos se dan en la siguiente tabla.

Tabla N° 5. Valores admisibles de pendiente relativa de borde  $\Delta\%$

Valores admisibles de pendiente relativa de borde $\Delta\%$				
Vp(km/hr)	30-50	60-70	80-90	100-120
$\Delta_{normal}$	0.7	0.6	0.5	0.35
$\Delta_{m\acute{a}x. n=1}$	1.5	1.3	0.9	0.8
$\Delta_{m\acute{a}x. n>1}$	1.5	1.3	0.9	0.8

Fuente: Manual de dise\u00f1o geom\u00e9trico A.B.C.

Los valores de  $\Delta$  normal deben interpretarse como un  $\Delta$  deseable, pudiendo emplearse valores menores y mayores con las limitaciones expuestas. Los valores  $\Delta$  m\u00e1x. s\u00f3lo se usar\u00e1n cuando el espacio disponible para la transici\u00f3n de peralte

es limitado.

Sustituyendo valores en la expresi\u00f3n del desarrollo del peralte, para el ancho del carril de 2.5 metros, para n\u00famero de carriles igual a uno, para la variaci\u00f3n total de la pendiente transversal para el borde que debe transitar es de 9.2% y la pendiente relativa de borde de la calzada promediada entre normal y m\u00e1ximo es de 1.1%. Dando como longitud de desarrollo de peralte igual a 26 metros.

#### 2.14. Peralte m\u00e1ximo. (e %)

El valor m\u00e1ximo de la inclinaci\u00f3n transversal de la calzada, asociado al dise\u00f1o de las curvas horizontales se define seg\u00fan la siguiente tabla.

Tabla N° 6. Valores m\u00e1ximos para el peralte y la fricci\u00f3n transversal

Velocidad	$E_{max}$	F
Caminos $V_p$ 30 a 80 km/hr	7 %	$0.265 - v/602.4$
Carreteras $V_p$ 80 120 km/hr	8 %	$0.193 - v/1134$

Fuente: Manual de dise\u00f1o geom\u00e9trico A.B.C.

Para una velocidad de proyecto  $V_p=30$  km/hr, el peralte m\u00e1ximo se define en:

$$e_{max} = 7\%.$$

### 2.15. Sobreancho en curvas circulares

En curvas de radio pequeño y mediano, según sea el tipo de vehículos comerciales que circulan habitualmente por la carretera o camino, se deberá ensanchar la calzada con el objeto de asegurar espacios libres adecuados (huelgas), entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre los vehículos y los bordes de las calzadas.

Las expresiones simplificadas que se presentan en el cuadro siguiente, columna E(m), las que permiten calcular el ensanche total requerido en una calzada de dos carriles (bidireccional o unidireccional) con anchos de 7 y 6 m, empleando los parámetros de cálculo “Lo” para unidades simples (Camiones y Buses); L1 y L2 para unidades articuladas (Semitrailer) y el Radio R de la curva.

Para el ensanche se toma como vehículo tipo de diseño el camión de unidad simple con  $L_t = 11$  m y  $L_o = 9.5$  m , por tanto la expresión simplificada para calzada en recta de dos carriles con ancho de 6 metros es el siguiente:

$$E = \frac{L_o^2}{R} + 0.15$$

Donde:

E = Ensanche o sobreancho de la calzada, en m.

$L_o$  = Distancia entre parachoques delantero y último eje trasero, en m.

La distribución del ensanche, para el carril interno es de 0.55 del ensanche y para el externo es de 0.45 del ensanche.

La expresión del ensanche es válida para curvaturas que varían con radio de  $30 \leq R \leq 450$  metros.

Al tratarse del camino de diseño tipo desarrollo se pretende colocar como paquete estructural con un terminado de tratamiento simple, por esta razón y también según tabla 3.1-1 del manual ABC. Nos indica que el ancho de plataforma total esta entre 5 a 6 m. Por tal sentido para hacer el sobre ancho en curvas horizontales, aplico la formula presentada arriba.

## 2.16. Curvas verticales de enlace

En definitiva, para todos los efectos de cálculo y replanteo, la longitud de la curva vertical de enlace está dada según medidas reducidas a la horizontal y vale:

$$L_v = 2T = K|i_1 - i_2|$$

Donde:

$L_v = 2T$  = Es la proyección horizontal de las tangentes a la curva de enlace.

$K$  = Parámetro de curvas verticales.

$i_1 - i_2 = \Theta$  = Diferencia algebraica de las pendientes de entrada y salida, expresadas en m/m.

### 2.16.1. Criterios de diseño para curvas verticales

Las curvas verticales deben asegurar en todo punto del camino la visibilidad de frenado, ya sea que se trate de calzadas bidireccionales o unidireccionales.

El cálculo de curvas verticales presenta dos situaciones posibles, a saber:

Caso 1:  $D_p < L_{min} = L_v$

La fórmula que determina  $L_{min}$  en curvas convexas, es:

$$L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

Donde:

$\theta$  = Diferencia algebraica de pendientes, en m/m.

$D_p$  = Distancia de frenado, en m.

$h_1$  = Altura ojos del conductor, en m.

$h_2$  = Altura obstáculo fijo, en m.



La fórmula que determina  $L_{min}$  en curvas cóncavas, es:

$$L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen}\alpha)}$$

Donde:

$\theta$  = Diferencia algebraica de pendientes, en m/m.

$D_p$  = Distancia de frenado, en m.

$h$  = Altura focos del vehículo, en m.

Caso 2:  $L_{min} = L_v < D_p$

La fórmula que determina  $L_{min}$  en curvas convexas, es:

$$L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$$

Donde:

$\theta$  = Diferencia algebraica de pendientes, en m/m.

$D_p$  = Distancia de frenado, en m.

$h_1$  = Altura ojos del conductor, en m.

$h_2$  = Altura obstáculo fijo, en m.

La fórmula que determina  $L_{min}$  en curvas cóncavas, es:

$$L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen}\alpha)}{\theta}$$

Donde:

$\theta$  = Diferencia algebraica de pendientes, en m/m.

$D_p$  = Distancia de frenado, en m.

$h$  = Altura focos del vehículo, en m.

$\alpha$  = Angulo de abertura del haz luminoso.

Para valores pequeños de  $i$ , en las curvas verticales convexas y cóncavas, para los casos donde  $D_p > L_v$ , la longitud de la curva puede llegar a ser negativa, significando esto que no se necesitaría curva.

Sin embargo, de orden práctico, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente, se exige una cierta longitud mínima de curva vertical  $L_v$  según la velocidad específica de la curva vertical  $V_e = V_p$  expresada en Km/hr, de acuerdo con la siguiente expresión, denominado criterio de operación:

$$L_v(m) = 0.6V_p\left(\frac{km}{hr}\right)$$

Tabla N° 7. Parámetros mínimos por criterio de visibilidad de frenado

Parámetros mínimos en curvas verticales por criterio de visibilidad de frenado				
Velocidad de proyecto $V_p$ (km/hr)	Curvas convexas $K_v$			Curvas cóncavas $K_c$
	$V^* = V_p$ (km/hr)	$V^* = V_p + 5$ (km/hr)	$V^* = V_p + 10$ (km/hr)	$V_p$ (km/hr)
30	300	300	3000	400
40	400	500	600	500
50	700	950	1100	1000
60	1200	1450	1800	1400
70	1800	2350	2850	1900
80	3000	3550	4400	2600
90	4700	5100	6000	3400
100	6850	7400	8200	4200
110	9850	10600	11000	5200
120	14000	15100	16000	6300

Fuente: Manual de diseño geométrico A.B.C.

Parámetros mínimos en curvas verticales convexas para asegurar la visibilidad de adelantamiento.

Tabla N° 8. Parámetro mínimo para asegurar la visibilidad de adelantamiento

Velocidad de proyecto $V_p$ (km/hr)	$K_a$
30	3500
40	6300
50	9800
60	14900
70	21000
80	27200
90	33900
100	39100
110	45900

Fuente: Manual de diseño geométrico A.B.C.

Tabla N° 9. Resumen de parámetros de diseño

Parámetros de diseño geométrico		
DISEÑO EN PLANTA	Topografía	Montañoso
	Categoría de la Vía	Camino
	Clasificación funcional	Desarrollo
	Código Tipo	D (2)-30
	Trafico Promedio Diario "TPD" proyectado	41 (año 2026)
	Número de calzadas	1
	Número de carriles	2 (uno por sentido)
	Velocidad de Proyecto	30 km/hr
	Radio mínimo (curvas horizontales)	25 m
	Radio mínimo (curvas de retorno)	9.75 m
	Peralte Máximo	7 %
	Parámetro "A" (espirales)	$R/3 \leq A \leq R$
	Longitud de recta mínima en curvas consecutivas tipo "S"	42 m
	Longitud de recta mínima en curvas consecutivas del mismo sentido	25 m
	Coefficiente de fricción transversal	0.215
	Proporción del peralte a desarrollarse en recta	0.7 de la transición de peralte
	sobreechancho $(L_o/2/R) + 0.15$ --- $L_o = 9.5$ ---- $30 \leq R \leq 450$ (bus corriente 12 m)	int 55 S/ext. 0.45 S
	Distancia mínima de frenado	25 m
	Distancia mínima de adelantamiento	180 m
	ALTIMETRICO	Longitud de arco mínima en curvas circulares horizontales para 9 grados
Longitud de arco mínima en curvas circulares horizontales para 20 grados		16 m Corresponde a V=40 km/hr
Pendiente longitudinal Máxima		12%
Longitud mínima curvas verticales		18 m
TRANSVERSAL	Parámetro "k" en curvas verticales convexas por visibilidad de frenado	3
	Parámetro "k" en curvas verticales cóncavas por visibilidad de frenado	4
	Ancho de Carril	2.5 m
	Ancho de bermas Externas	0.5 m
	Bombeo de los carriles	2.50%
	Bombeo de las bermas	2.50%

Fuente: Manual de diseño geométrico A.B.C.

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 1
RADIO DE CURVATURA	50	m	
ANGULO DE DEFLEXION	44.8122	°	

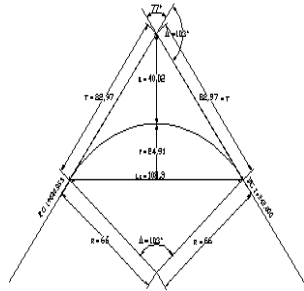
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 44.8122**  
0.782120435

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  20.615 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  4.08 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  3.77 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  39.11 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  38.12 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiereo	Lderecho
PC	0+274.480	0+257.662 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	0+313.590	0+257.662 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		0+263.344 Level Crown	0.0%	-2.5%
		0+269.025 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		0+269.025 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		0+279.253 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		0+308.817 End Full Super	7.0%	-7.0%
		0+319.045 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		0+319.045 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		0+324.726 Level Crown	0.0%	-2.5%
		0+330.408 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		0+330.408 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49  
LE = 3.31

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 2
RADIO DE CURVATURA	40	m	
ANGULO DE DEFLEXION	48.9442	°	

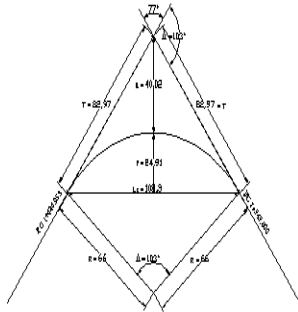
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 40**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 48.9442**  
0.85423744

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  18.206 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  3.95 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  3.59 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  34.17 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  33.14 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	0+528.060	0+511.242 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	0+562.230	0+511.242 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		0+516.924 Level Crown	-2.5%	0.0%
		0+522.605 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		0+522.605 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		0+532.833 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		0+557.457 End Full Super	-7.0%	7.0%
		0+567.685 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		0+567.685 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		0+573.366 Level Crown	-2.5%	0.0%
		0+579.048 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		0+579.048 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.26 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.24 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.02 m

LI = 3.74

LE = 3.52

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 3
RADIO DE CURVATURA	50	m	
ANGULO DE DEFLEXION	33.9962	°	

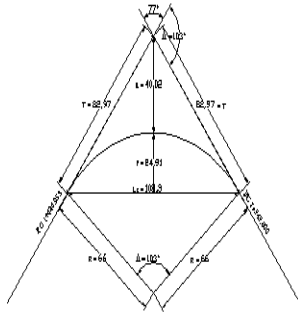
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 33.9962**  
0.593345623

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  15.285 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  2.28 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  2.18 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  29.67 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  29.23 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	0+756.180	0+739.362 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	0+785.840	0+739.362 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		0+745.044 Level Crown	-2.5%	0.0%
		0+750.725 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		0+750.725 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		0+760.953 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		0+781.067 End Full Super	-7.0%	7.0%
		0+791.295 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		0+791.295 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		0+796.976 Level Crown	-2.5%	0.0%
		0+802.658 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		0+802.658 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 4
RADIO DE CURVATURA	50	m	
ANGULO DE DEFLEXION	45.9087	°	

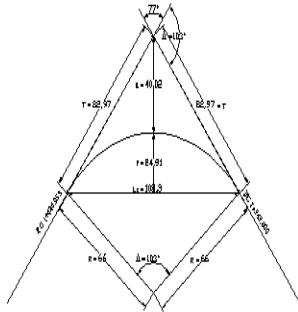
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 45.9087**  
0.80125797

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  21.177 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  4.30 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  3.96 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  40.06 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  39.00 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	0+910.410	0+893.592 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	0+950.470	0+893.592 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		0+899.274 Level Crown	0.0%	-2.5%
		0+904.955 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		0+904.955 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		0+915.183 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		0+945.697 End Full Super	7.0%	-7.0%
		0+955.925 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		0+955.925 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		0+961.606 Level Crown	0.0%	-2.5%
		0+967.288 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		0+967.288 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 5
RADIO DE CURVATURA	70	m	
ANGULO DE DEFLEXION	19.0884	°	

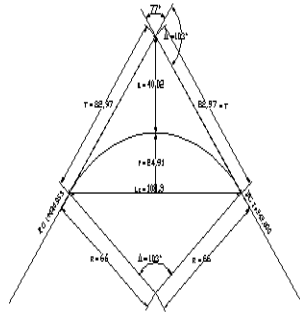
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 70**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 19.0884**  
0.333155429

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  11.770 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  0.98 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  0.97 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  23.32 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  23.21 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	1+228.280	1+211.462 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	1+251.600	1+211.462 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+217.144 Level Crown	0.0%	-2.5%
		1+222.825 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		1+222.825 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		1+233.053 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		1+246.827 End Full Super	7.0%	-7.0%
		1+257.055 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		1+257.055 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		1+262.736 Level Crown	0.0%	-2.5%
		1+268.418 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+268.418 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.29 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.71 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.58 m

LI = 3.21

LE = 3.08

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 6
RADIO DE CURVATURA	50	m	
ANGULO DE DEFLEXION	57.57	°	

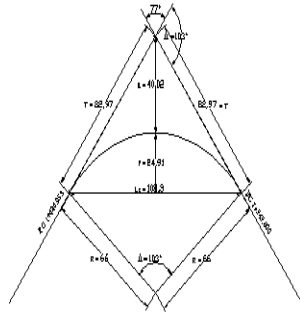
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] =** 57.57  
1.00478605

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  27.471 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  7.05 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  6.18 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  50.24 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  48.15 m

**Peralte %** 7

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	1+332.250	1+315.432 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	1+382.490	1+315.432 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+321.114 Level Crown	-2.5%	0.0%
		1+326.795 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		1+326.795 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		1+337.023 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		1+377.717 End Full Super	-7.0%	7.0%
		1+387.945 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		1+387.945 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		1+393.626 Level Crown	-2.5%	0.0%
		1+399.308 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+399.308 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$**  9.5 m

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 7
RADIO DE CURVATURA	60	m	
ANGULO DE DEFLEXION	22.6886	°	

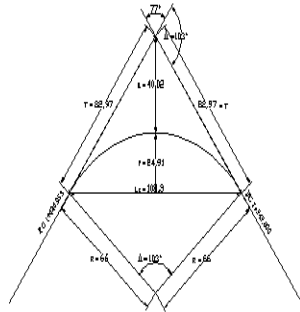
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 60**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 22.6886**  
0.395990773

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  12.037 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.20 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.17 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  23.76 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  23.60 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	1+495.610	1+478.792 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	1+519.370	1+478.792 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+484.474 Level Crown	-2.5%	0.0%
		1+490.155 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		1+490.155 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		1+500.383 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		1+514.597 End Full Super	-7.0%	7.0%
		1+524.825 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		1+524.825 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		1+530.506 Level Crown	-2.5%	0.0%
		1+536.188 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+536.188 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.50 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.83 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.68 m

LI = 3.33

LE = 3.18

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 8
RADIO DE CURVATURA	60	m	
ANGULO DE DEFLEXION	21.6954	°	

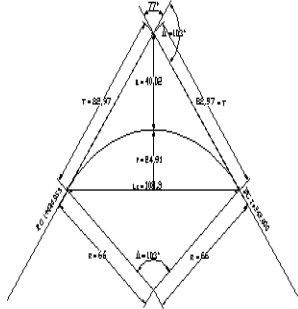
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 60**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 21.6954**  
0.378656163

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  11.497 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.09 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.07 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  22.72 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  22.58 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiereo	Lderecho
PC	1+572.710	1+555.892 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	1+595.430	1+555.892 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+561.574 Level Crown	0.0%	-2.5%
		1+567.255 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		1+567.255 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		1+577.483 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		1+590.657 End Full Super	7.0%	-7.0%
		1+600.885 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		1+600.885 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		1+606.566 Level Crown	0.0%	-2.5%
		1+612.248 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+612.248 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.50 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.83 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.68 m

LI = 3.33

LE = 3.18

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 9
RADIO DE CURVATURA	40	m	
ANGULO DE DEFLEXION	34.9343	°	

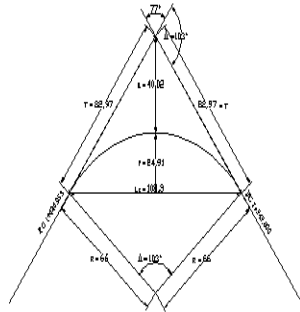
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 40**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 34.9343**  
0.609718557

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  12.587 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.93 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.84 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  24.39 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  24.01 m

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Peralte % 7**

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	1+799.890	1+783.072 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	1+824.280	1+783.072 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+788.754 Level Crown	0.0%	-2.5%
		1+794.435 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		1+794.435 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		1+804.663 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		1+819.507 End Full Super	7.0%	-7.0%
		1+829.735 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		1+829.735 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		1+835.416 Level Crown	0.0%	-2.5%
		1+841.098 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		1+841.098 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.26 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.24 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.02 m

LI = 3.74

LE = 3.52

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 10
RADIO DE CURVATURA	40	m	
ANGULO DE DEFLEXION	49.4527	°	

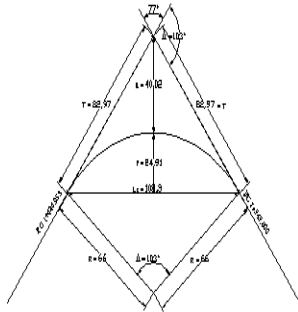
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 40**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 49.4527**  
0.863112439

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  18.420 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  4.04 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  3.67 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  34.52 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  33.46 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	2+064.810	2+047.992 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	2+099.340	2+047.992 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		2+053.674 Level Crown	-2.5%	0.0%
		2+059.355 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		2+059.355 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		2+069.583 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		2+094.567 End Full Super	-7.0%	7.0%
		2+104.795 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		2+104.795 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		2+110.476 Level Crown	-2.5%	0.0%
		2+116.158 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		2+116.158 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.26 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.24 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.02 m

LI = 3.74

LE = 3.52

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	SPIRAL-CURVA 11-SPIRAL
RADIO DE CURVATURA	180 m	
ANGULO DE DEFLEXION	12.75°	

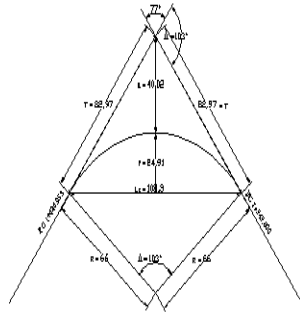
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 180**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 12.75**  
0.22252948

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  20.111 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.12 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.11 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  40.06 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  39.97 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Calculado	Adoptado
Bombeo %	-2.5	
Números de carriles	n = 1	
Ancho normal de un carril	a = 2.5 m	
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p = 9.5$	
Pendiente relativa %	$\Delta = 1.1$	
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$ 21.59 m	40.71
Longitud de transición	$L_t = 15.9$ m	30
Longitud de transición en curva	$L_{tc} = 4.8$ m	
Longitud de transición en recta	$L_{tr} = 11.1$ m	30
Longitud de aplanamiento	$L_a = 5.7$ m	10.7

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	2+289.430	2+248.720 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	2+329.490	2+248.720 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		2+259.430 Level Crown	0.0%	-2.5%
		2+270.140 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		2+270.140 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		2+289.430 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		2+329.490 End Full Super	7.0%	-7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  0.50 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.28 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.23 m

LI = 2.78

LE = 2.73

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	SPIRAL-CURVA 12-SPIRAL
RADIO DE CURAVTURA	100 m	
ANGULO DE DEFLEXION	32.0966°	

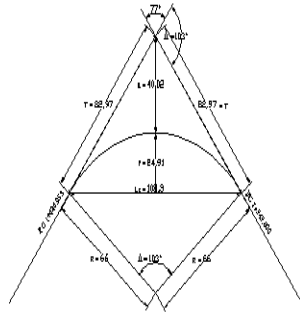
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 100**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 32.0966**  
0.560191349

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  28.766 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  4.06 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  3.90 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  56.02 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  55.29 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5	
Números de carriles	n =	1	
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m	
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5	
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1	
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m	40.71
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m	30
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m	
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m	30
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m	10.7

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	2+389.490			
PT	2+445.510			

2+389.490	Begin Full Super	-7.0%	7.0%
2+445.510	End Full Super	-7.0%	7.0%
2+464.800	Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
2+464.800	Reverse Crown	-2.5%	2.5%
2+475.510	Level Crown	-2.5%	0.0%
2+486.220	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
2+486.220	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  0.90 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.50 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.41 m

LI = 3.00  
LE = 2.91



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 13
RADIO DE CURVATURA	70	m	
ANGULO DE DEFLEXION	23.6675	°	

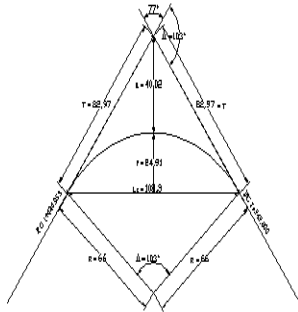
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 70**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 23.6675**  
0.413075801

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  14.667 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.52 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.49 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  28.92 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  28.71 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	2+577.140	2+560.322 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	2+606.050	2+560.322 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		2+566.004 Level Crown	0.0%	-2.5%
		2+571.685 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		2+571.685 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		2+581.913 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		2+601.277 End Full Super	7.0%	-7.0%
		2+611.505 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		2+611.505 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		2+617.186 Level Crown	0.0%	-2.5%
		2+622.868 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		2+622.868 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.29 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.71 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.58 m

LI = 3.21

LE = 3.08

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 14
RADIO DE CURVATURA	80	m	
ANGULO DE DEFLEXION	22.7203	°	

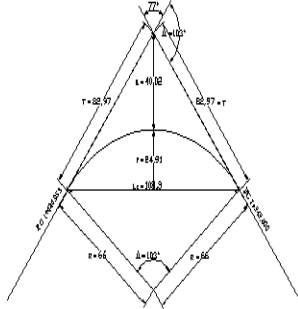
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 80**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 22.7203**  
0.396544042

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  16.073 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.60 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.57 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  31.72 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  31.52 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	2+923.140	2+906.322 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	2+954.860	2+906.322 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		2+912.004 Level Crown	-2.5%	0.0%
		2+917.685 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		2+917.685 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		2+927.913 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		2+950.087 End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.13 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.62 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.51 m

LI = 3.12

LE = 3.01

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	CURVA 15
RADIO DE CURVATURA	25 m	
ANGULO DE DEFLEXION	122.458°	

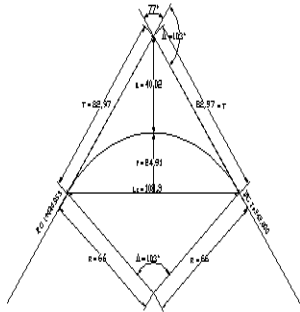
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 25**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 122.458**  
2.137295295

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  45.529 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  26.94 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  12.97 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  53.43 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  43.83 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	2+954.860			
PT	3+008.290			

2+959.633	Begin Full Super	7.0%	-7.0%
3+003.517	End Full Super	7.0%	-7.0%
3+013.745	Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
3+013.745	Reverse Crown	2.5%	-2.5%
3+019.426	Level Crown	0.0%	-2.5%
3+025.108	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
3+025.108	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.61 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 16
RADIO DE CURVATURA	80	m	
ANGULO DE DEFLEXION	78.2848	°	

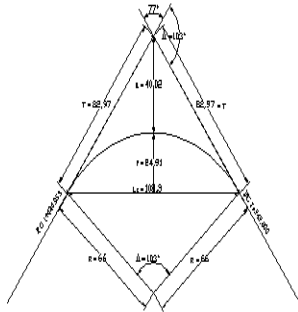
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 80**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 78.2848**  
1.366327514

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  65.113 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  23.15 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  17.95 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  109.31 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  101.00 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	Calculado	adoptado
Números de carriles	n =	1	
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m	
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5	
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1	
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m	40.71
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m	30
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m	
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m	30
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m	10.7

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	3+100.800	3+060.090 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	3+210.110	3+060.090 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+070.800 Level Crown	-2.5%	0.0%
		3+081.510 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		3+081.510 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		3+100.800 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		3+210.110 End Full Super	-7.0%	7.0%
		3+229.400 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		3+229.400 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		3+240.110 Level Crown	-2.5%	0.0%
		3+250.820 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+250.820 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.13 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.62 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.51 m

LI = 3.12

LE = 3.01

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 17
RADIO DE CURVATURA	40	m	
ANGULO DE DEFLEXION	42.9469	°	

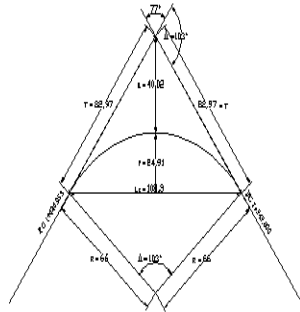
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 40**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 42.9469**  
0.749564809

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  15.735 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  2.98 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  2.78 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  29.98 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  29.29 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	3+307.380	3+290.562 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	3+337.360	3+290.562 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+296.244 Level Crown	-2.5%	0.0%
		3+301.925 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		3+301.925 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		3+312.153 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		3+332.587 End Full Super	-7.0%	7.0%
		3+342.815 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		3+342.815 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		3+348.496 Level Crown	-2.5%	0.0%
		3+354.178 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+354.178 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.26 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.24 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.02 m

LI = 3.74

LE = 3.52

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 18
RADIO DE CURVATURA	60	m	
ANGULO DE DEFLEXION	49.0398	°	

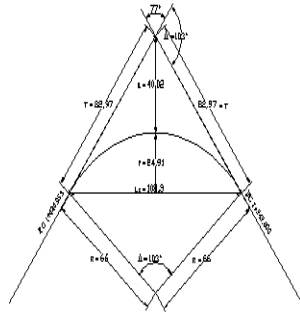
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 60**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 49.0398**  
0.855905975

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  27.369 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  5.95 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  5.41 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  51.35 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  49.80 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	3+426.640	3+409.822 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	3+478.000	3+409.822 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+415.504 Level Crown	0.0%	-2.5%
		3+421.185 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		3+421.185 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		3+431.413 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		3+473.227 End Full Super	7.0%	-7.0%
		3+483.455 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		3+483.455 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		3+489.136 Level Crown	0.0%	-2.5%
		3+494.818 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+494.818 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.50 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.83 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.68 m

LI = 3.33

LE = 3.18

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 19
RADIO DE CURVATURA	30	m	
ANGULO DE DEFLEXION	54.5782	°	

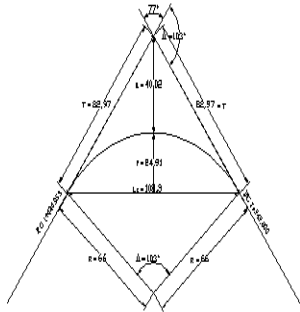
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 30**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 54.5782**  
0.95256929

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  15.477 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  3.76 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  3.34 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  28.58 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  27.51 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	3+547.940	3+531.122 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	3+576.520	3+531.122 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+536.804 Level Crown	-2.5%	0.0%
		3+542.485 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		3+542.485 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		3+552.713 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		3+571.747 End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.01 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.65 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.35 m

LI = 4.15

LE = 3.85

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 20
RADIO DE CURVATURA	25	m	
ANGULO DE DEFLEXION	59.9098	°	

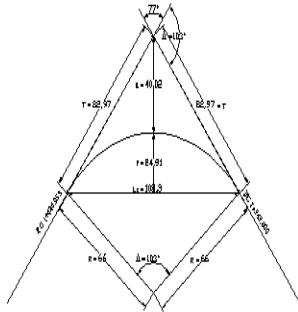
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 25**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 59.9098**  
1.045623264

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  14.408 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  3.85 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  3.34 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  26.14 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  24.97 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	3+576.520			
PT	3+602.660			

3+581.293	Begin Full Super	7.0%	-7.0%
3+597.887	End Full Super	7.0%	-7.0%
3+608.115	Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
3+608.115	Reverse Crown	2.5%	-2.5%
3+613.796	Level Crown	0.0%	-2.5%
3+619.478	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
3+619.478	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.61 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94



VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	SPIRAL-CURVA 21-SPIRAL
RADIO DE CURVATURA	70 m	
ANGULO DE DEFLEXION	10.4582°	

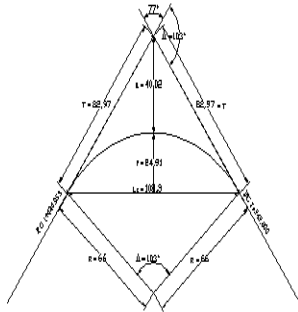
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 70**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 10.4582**  
0.182530024

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  6.406 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  0.29 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  0.29 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  12.78 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  12.76 m

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Peralte % 7**

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	Calculado	Adoptado
Números de carriles	n =	1	
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m	
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5	
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1	
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m	27.14
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m	20
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m	
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m	20
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m	7.1

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiereo	Lderecho
PC	3+783.990	3+756.850 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	3+796.760	3+756.850 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+763.990 Level Crown	-2.5%	0.0%
		3+771.130 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		3+771.130 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		3+783.990 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		3+796.760 End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.29 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.71 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.58 m

LI = 3.21

LE = 3.08

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	SPIRAL-CURVA 22-SPIRAL
RADIO DE CURVATURA	26.6 m	
ANGULO DE DEFLEXION	67.6114°	

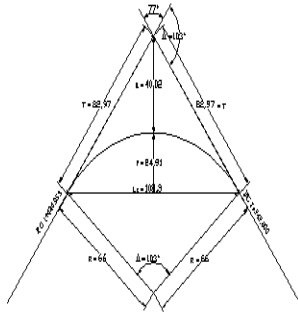
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 26.6**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 67.6114**  
1.180041542

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  17.811 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  5.41 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  4.50 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  31.39 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  29.60 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5	
Números de carriles	n =	1	
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m	
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5	
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1	
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m	27.14
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m	20
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m	
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m	20
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m	7.1

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	3+836.760			
PT	3+868.150			

3+836.760	Begin Full Super	7.0%	-7.0%
3+868.150	End Full Super	7.0%	-7.0%
3+881.010	Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
3+881.010	Reverse Crown	2.5%	-2.5%
3+888.150	Level Crown	0.0%	-2.5%
3+895.290	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
3+895.290	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.39 m  
3.2

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 23
RADIO DE CURVATURA	60	m	
ANGULO DE DEFLEXION	18.4588	°	

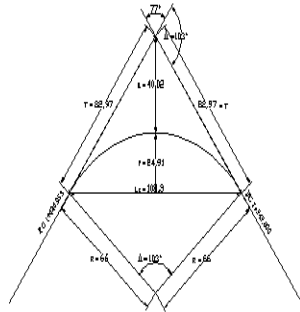
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 60**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 18.4588**  
0.322166836

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  9.749 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  0.79 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  0.78 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  19.33 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  19.25 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	3+901.040	3+884.222 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	3+920.370	3+884.222 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+889.904 Level Crown	0.0%	-2.5%
		3+895.585 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		3+895.585 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		3+905.813 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		3+915.597 End Full Super	7.0%	-7.0%
		3+925.825 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		3+925.825 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		3+931.506 Level Crown	0.0%	-2.5%
		3+937.188 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+937.188 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.50 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.83 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.68 m

LI = 3.33

LE = 3.18

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 24
RADIO DE CURVATURA	50	m	
ANGULO DE DEFLEXION	27.2198	°	

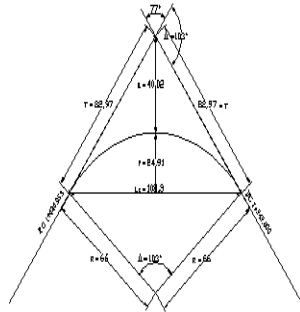
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 27.2198**  
0.475075132

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  12.105 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.44 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.40 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  23.75 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  23.53 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	3+999.290	3+982.472 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	4+023.040	3+982.472 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		3+988.154 Level Crown	-2.5%	0.0%
		3+993.835 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		3+993.835 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		4+004.063 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		4+018.267 End Full Super	-7.0%	7.0%
		4+028.495 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		4+028.495 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		4+034.176 Level Crown	-2.5%	0.0%
		4+039.858 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+039.858 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 25
RADIO DE CURVATURA	60	m	
ANGULO DE DEFLEXION	15.341	°	

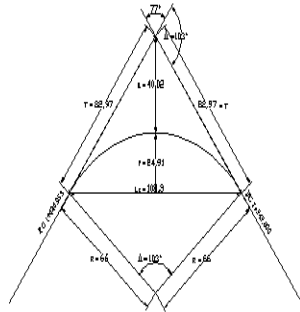
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 60**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 15.341**  
0.267750961

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  8.081 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  0.54 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  0.54 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  16.07 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  16.02 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	4+101.710	4+084.892 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	4+117.780	4+084.892 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+090.574 Level Crown	-2.5%	0.0%
		4+096.255 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		4+096.255 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		4+106.483 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		4+113.007 End Full Super	-7.0%	7.0%
		4+123.235 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		4+123.235 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		4+128.916 Level Crown	-2.5%	0.0%
		4+134.598 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+134.598 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.50 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.83 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.68 m

LI = 3.33

LE = 3.18

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 26
RADIO DE CURVATURA	50	m	
ANGULO DE DEFLEXION	21.0512	°	

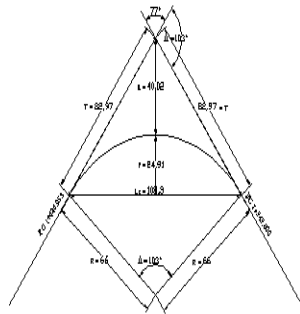
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 21.0512**  
0.367412751

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  9.290 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  0.86 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  0.84 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  18.37 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  18.27 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	4+168.540	4+151.722 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	4+186.910	4+151.722 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+157.404 Level Crown	0.0%	-2.5%
		4+163.085 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		4+163.085 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		4+173.313 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		4+182.137 End Full Super	7.0%	-7.0%
		4+192.365 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		4+192.365 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		4+198.046 Level Crown	0.0%	-2.5%
		4+203.728 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+203.728 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	SPIRAL-CURVA 27-SPIRAL
RADIO DE CURVATURA	66.2 m	
ANGULO DE DEFLEXION	26.3273°	

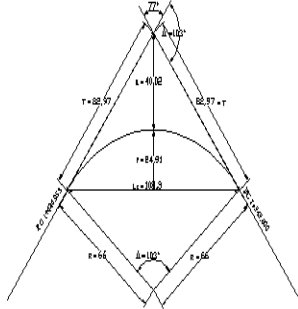
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 66.2**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 26.3273**  
0.459498068

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  15.483 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.79 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.74 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  30.42 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  30.15 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Calculado	Adoptado
Bombeo %	-2.5	
Números de carriles	n = 1	
Ancho normal de un carril	a = 2.5 m	
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p = 9.5$	
Pendiente relativa %	$\Delta = 1.1$	
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta} = 21.59$ m	27.14
Longitud de transición	$L_t = 15.9$ m	20
Longitud de transición en curva	$L_{tc} = 4.8$ m	
Longitud de transición en recta	$L_{tr} = 11.1$ m	20
Longitud de aplanamiento	$L_a = 5.7$ m	7.1

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	4+308.660	4+281.520 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	4+339.080	4+281.520 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+288.660 Level Crown	-2.5%	0.0%
		4+295.800 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		4+295.800 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		4+308.660 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		4+339.080 End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.36 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.75 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.61 m

LI = 3.25

LE = 3.11

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	SPIRAL-CURVA 28-SPIRAL
RADIO DE CURVATURA	48	m	
ANGULO DE DEFLEXION	55.348	°	

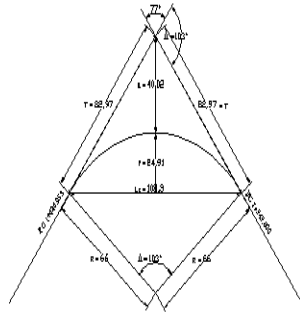
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 48**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 55.348**  
0.966004834

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  25.173 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  6.20 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  5.49 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  46.37 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  44.59 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5	
Números de carriles	n =	1	
Ancho normal de un carril	a =	2.5	m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5	
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1	
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59	m 27.14
Longitud de transición	$L_t =$	15.9	m 20
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8	m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1	m 20
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7	m 7.1

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	4+379.080			
PT	4+425.450			

4+379.080	Begin Full Super	7.0%	-7.0%
4+425.450	End Full Super	7.0%	-7.0%
4+438.310	Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
4+438.310	Reverse Crown	2.5%	-2.5%
4+445.450	Level Crown	0.0%	-2.5%
4+452.590	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
4+452.590	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.88 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.03 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.85 m

LI = 3.53  
LE = 3.35



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 29 REVERSA
RADIO DE CURVATURA	16	m	
ANGULO DE DEFLEXION	160.5513	°	

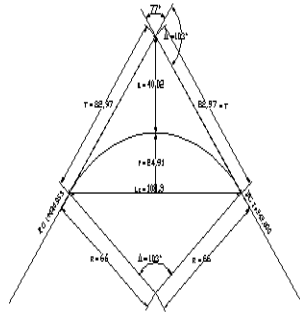
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 16**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 160.5513**  
2.802148803

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  93.365 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  78.73 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  13.30 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  44.83 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  31.54 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	4+510.200	4+493.382 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	4+555.040	4+493.382 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+499.064 Level Crown	-2.5%	0.0%
		4+504.745 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		4+504.745 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		4+514.973 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		4+550.267 End Full Super	-7.0%	7.0%
		4+560.495 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		4+560.495 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		4+566.176 Level Crown	-2.5%	0.0%
		4+571.858 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+571.858 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.20 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 30
RADIO DE CURVATURA	40	m	
ANGULO DE DEFLEXION	23.4858	°	

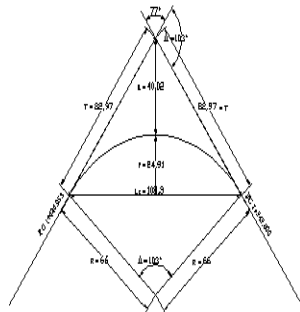
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 40**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 23.4858**  
0.409904537

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  8.315 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  0.86 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  0.84 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  16.40 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  16.28 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	4+700.100	4+683.282 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	4+716.500	4+683.282 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+688.964 Level Crown	0.0%	-2.5%
		4+694.645 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		4+694.645 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		4+704.873 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		4+711.727 End Full Super	7.0%	-7.0%
		4+721.955 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		4+721.955 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		4+727.636 Level Crown	0.0%	-2.5%
		4+733.318 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+733.318 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.26 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.24 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.02 m

LI = 3.74

LE = 3.52

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 31
RADIO DE CURVATURA	130	m	
ANGULO DE DEFLEXION	78.9792	°	

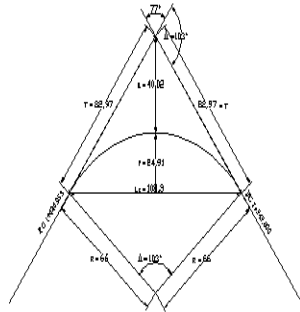
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 130**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 78.9792**  
1.378447081

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  107.124 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  38.45 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  29.67 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  179.20 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  165.34 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	4+771.860	4+755.042 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	4+951.060	4+755.042 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		4+760.724 Level Crown	0.0%	-2.5%
		4+766.405 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		4+766.405 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		4+776.633 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		4+946.287 End Full Super	7.0%	-7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  0.69 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.38 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.31 m

LI = 2.88

LE = 2.81

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 32
RADIO DE CURVATURA	50	m	
ANGULO DE DEFLEXION	82.1485	°	

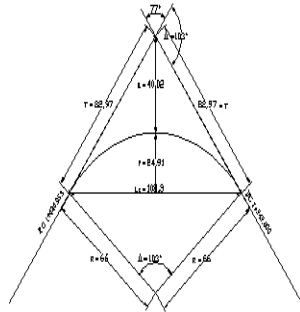
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 82.1485**  
1.433761801

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  43.578 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  16.33 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  12.31 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  71.69 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\Delta}{2}$  65.70 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = bombeo$

**Desarrollo de peralte:**

Números de carriles	Bombeo %	-2.5
Ancho normal de un carril	n =	1
Variación total de la pendiente transversal %	a =	2.5 m
Pendiente relativa %	$\Delta_p =$	9.5
Desarrollo del peralte	$\Delta =$	1.1
	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	4+951.060			
PT	5+022.750			
	4+955.833	Begin Full Super	7.0%	-7.0%
	5+017.977	End Full Super	7.0%	-7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	CURVA 33
RADIO DE CURVATURA	60 m	
ANGULO DE DEFLEXION	78.1337°	

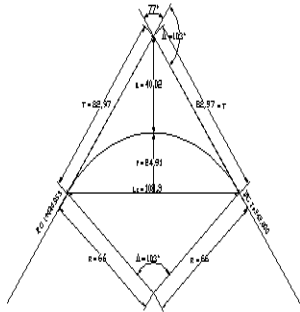
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 60**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 78.1337**  
1.363690322

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  48.703 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  17.28 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  13.42 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  81.82 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\Delta}{2}$  75.63 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = bombeo$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+022.750			
PT	5+104.570			

5+027.523	Begin Full Super	-7.0%	7.0%
5+099.797	End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.50 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.83 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.68 m

LI = 3.33  
LE = 3.18

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	CURVA 34
RADIO DE CURVATURA	80 m	
ANGULO DE DEFLEXION	49.1641°	

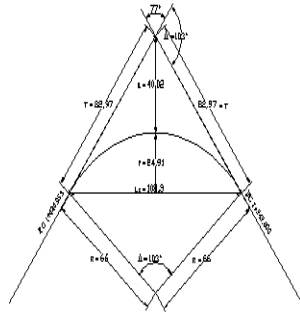
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 80**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 49.1641**  
0.858075419

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  36.597 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  7.97 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  7.25 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  68.65 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  66.56 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+104.570			
PT	5+173.210			

5+109.343	Begin Full Super	-7.0%	7.0%
5+168.437	End Full Super	-7.0%	7.0%
5+178.665	Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
5+178.665	Reverse Crown	-2.5%	2.5%
5+184.346	Level Crown	-2.5%	0.0%
5+190.028	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
5+190.028	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.13 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.62 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.51 m

LI = 3.12  
LE = 3.01

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 35
RADIO DE CURVATURA	110	m	
ANGULO DE DEFLEXION	27.233	°	

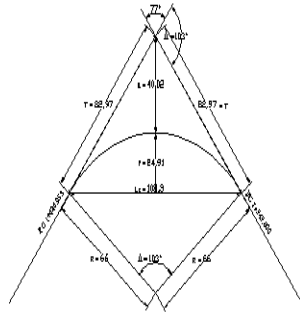
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 110**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 27.233**  
0.475305515

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  26.645 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  3.18 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  3.09 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  52.28 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  51.79 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+218.150	5+201.332 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	5+270.440	5+201.332 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		5+207.014 Level Crown	-2.5%	0.0%
		5+212.695 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		5+212.695 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		5+222.923 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		5+265.667 End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  0.82 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.45 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.37 m

LI = 2.95

LE = 2.87

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	CURVA 36
RADIO DE CURVATURA	50 m	
ANGULO DE DEFLEXION	62.9674°	

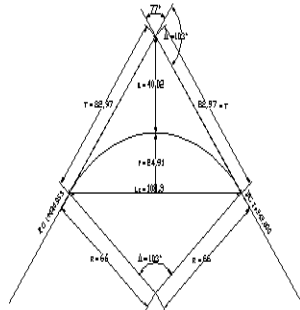
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 62.9674**  
1.098988451

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  30.620 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  8.63 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  7.36 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  54.95 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  52.23 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+270.440			
PT	5+325.390			

5+275.213	Begin Full Super	7.0%	-7.0%
5+320.617	End Full Super	7.0%	-7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 37
RADIO DE CURVATURA	155	m	
ANGULO DE DEFLEXION	27.7599	°	

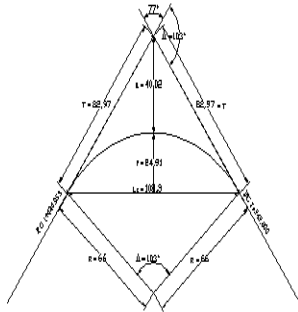
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 155**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 27.7599**  
0.484501655

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  38.301 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  4.66 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  4.53 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  75.10 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\Delta}{2}$  74.37 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = bombeo$

**Desarrollo de peralte:**

Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+325.390			
PT	5+400.480			

5+330.163	Begin Full Super	-7.0%	7.0%
5+395.707	End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  0.58 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.32 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.26 m

LI = 2.82  
LE = 2.76

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 38
RADIO DE CURVATURA	30	m	
ANGULO DE DEFLEXION	87.7686	°	

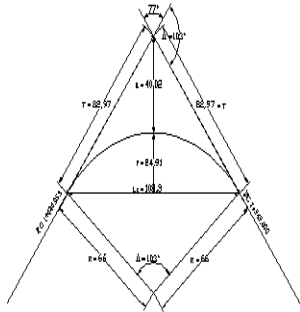
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 30**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 87.7686**  
1.53185105

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  28.854 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  11.62 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  8.38 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  45.96 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  41.59 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+400.480			
PT	5+446.440			

5+405.253	Begin Full Super	-7.0%	7.0%
5+441.667	End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.01 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.65 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.35 m

LI = 4.15

LE = 3.85

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	CURVA 39
RADIO DE CURVATURA	25 m	
ANGULO DE DEFLEXION	86.4255°	

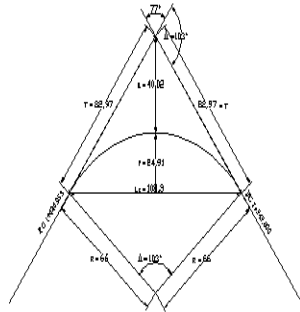
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 25**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 86.4255**  
1.508409533

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  23.487 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  9.30 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  6.78 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  37.71 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  34.24 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+446.440			
PT	5+484.150			

5+451.213	Begin Full Super	7.0%	-7.0%
5+479.377	End Full Super	7.0%	-7.0%
5+489.605	Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
5+489.605	Reverse Crown	2.5%	-2.5%
5+495.286	Level Crown	0.0%	-2.5%
5+500.968	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
5+500.968	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.61 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 40
RADIO DE CURVATURA	40	m	
ANGULO DE DEFLEXION	74.1613	°	

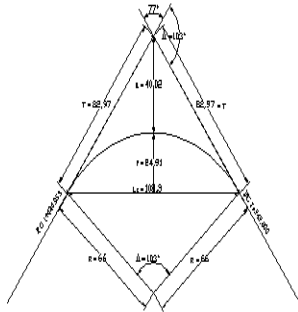
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 40**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 74.1613**  
1.294358863

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  30.231 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  10.14 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  8.09 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  51.77 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  48.24 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+513.920	5+497.102 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	5+565.690	5+497.102 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		5+502.784 Level Crown	-2.5%	0.0%
		5+508.465 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		5+508.465 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		5+518.693 Begin Full Super	-7.0%	7.0%
		5+560.917 End Full Super	-7.0%	7.0%
		5+571.145 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		5+571.145 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		5+576.826 Level Crown	-2.5%	0.0%
		5+582.508 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		5+582.508 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.26 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.24 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.02 m

LI = 3.74

LE = 3.52

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 41
RADIO DE CURVATURA	60	m	
ANGULO DE DEFLEXION	11.4721	°	

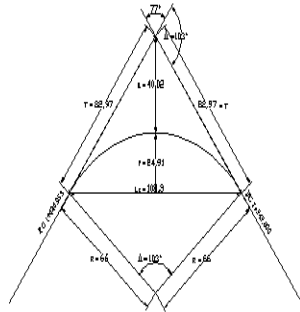
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 60**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 11.4721**  
0.200225917

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  6.027 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  0.30 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  0.30 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  12.01 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  11.99 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+628.470	5+611.652 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	5+640.480	5+611.652 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		5+617.334 Level Crown	0.0%	-2.5%
		5+623.015 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		5+623.015 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		5+633.243 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		5+635.707 End Full Super	7.0%	-7.0%
		5+645.935 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		5+645.935 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		5+651.616 Level Crown	0.0%	-2.5%
		5+657.298 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		5+657.298 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.50 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.83 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.68 m

LI = 3.33  
LE = 3.18

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 42
RADIO DE CURVATURA	40	m	
ANGULO DE DEFLEXION	72.5898	°	

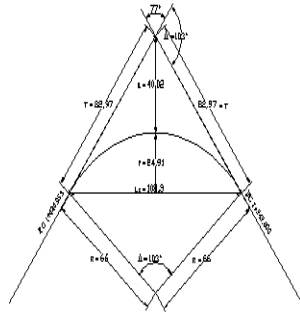
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 40**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 72.5898**  
1.266931013

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  29.377 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  9.63 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  7.76 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  50.68 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  47.36 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+683.350	5+666.532 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	5+734.030	5+666.532 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		5+672.214 Level Crown	0.0%	-2.5%
		5+677.895 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		5+677.895 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		5+688.123 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		5+729.257 End Full Super	7.0%	-7.0%
		5+739.485 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		5+739.485 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		5+745.166 Level Crown	0.0%	-2.5%
		5+750.848 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		5+750.848 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.26 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.24 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.02 m

LI = 3.74

LE = 3.52

VELOCIDAD DE PROYECTO	15 Km/hr	CURVA 43
RADIO DE CURVATURA	16 m	
ANGULO DE DEFLEXION	186.7412°	

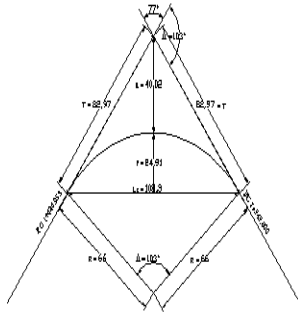
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 15**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  6.22

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 16**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 186.7412**  
3.259248789

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  -271.665 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  -288.14 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  16.94 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  52.15 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\Delta}{2}$  31.94 m

**Peralte % 5**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = bombeo$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	7.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	17.05 m
Longitud de transición	$L_t =$	11.4 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	3.4 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	8.0 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+852.510	5+838.874 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	5+904.650	5+838.874 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		5+844.555 Level Crown	0.0%	-2.5%
		5+850.237 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		5+850.237 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		5+855.919 Begin Full Super	5.0%	-5.0%
		5+901.241 End Full Super	5.0%	-5.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.20 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	15 Km/hr	CURVA 44
RADIO DE CURVATURA	70 m	
ANGULO DE DEFLEXION	49.1301°	

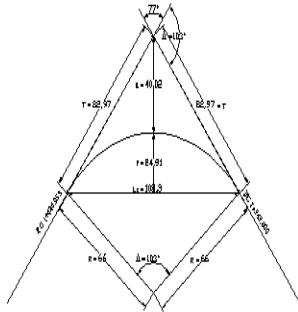
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 15**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  6.22

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 70**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 49.1301**  
0.857482007

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  31.997 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  6.97 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  6.34 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  60.02 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  58.20 m

**Peralte % 5**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

Números de carriles	Bombeo %	-2.5
Ancho normal de un carril	n =	1
Variación total de la pendiente transversal %	a =	2.5 m
Pendiente relativa %	$\Delta_p =$	7.5
Desarrollo del peralte	$\Delta =$	1.1
	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	17.05 m
Longitud de transición	$L_t =$	11.4 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	3.4 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	8.0 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	5+904.650			
PT	5+964.680			

5+908.059	Begin Full Super	-5.0%	5.0%
5+961.271	End Full Super	-5.0%	5.0%
5+966.953	Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
5+966.953	Reverse Crown	-2.5%	2.5%
5+972.635	Level Crown	-2.5%	0.0%
5+978.316	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
5+978.316	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.29 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.71 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.58 m

LI = 3.21

LE = 3.08



VELOCIDAD DE PROYECTO	15 Km/hr	CURVA 45
RADIO DE CURVATURA	16 m	
ANGULO DE DEFLEXION	193.8296°	

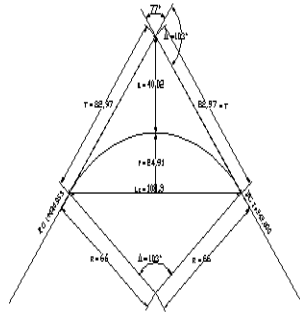
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 15**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  6.22

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 16**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 193.8296**  
3.382964708

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  -131.931 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  -148.90 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  17.93 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  54.13 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\Delta}{2}$  31.77 m

**Peralte % 5**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = bombeo$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	7.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	17.05 m
Longitud de transición	$L_t =$	11.4 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	3.4 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	8.0 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+024.030	6+010.394 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	6+078.160	6+010.394 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		6+016.075 Level Crown	-2.5%	0.0%
		6+021.757 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		6+021.757 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		6+027.439 Begin Full Super	-5.0%	5.0%
		6+074.751 End Full Super	-5.0%	5.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.20 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	15 Km/hr	CURVA 46
RADIO DE CURVATURA	70 m	
ANGULO DE DEFLEXION	24.7347°	

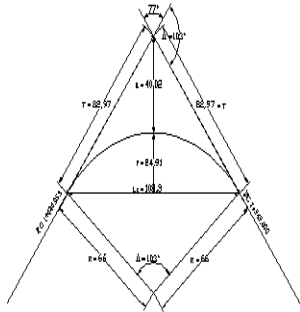
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 15**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  6.22

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 70**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 24.7347**  
0.431701954

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  15.349 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.66 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.62 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  30.22 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  29.99 m

**Peralte % 5**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	7.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	17.05 m
Longitud de transición	$L_t =$	11.4 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	3.4 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	8.0 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+078.160			
PT	6+108.380			

6+081.569	Begin Full Super	5.0%	-5.0%
6+104.971	End Full Super	5.0%	-5.0%
6+110.653	Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
6+110.653	Reverse Crown	2.5%	-2.5%
6+116.335	Level Crown	0.0%	-2.5%
6+122.016	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
6+122.016	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.29 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.71 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.58 m

LI = 3.21  
LE = 3.08

VELOCIDAD DE PROYECTO	15 Km/hr	CURVA 47
RADIO DE CURVATURA	16 m	
ANGULO DE DEFLEXION	202.1036°	

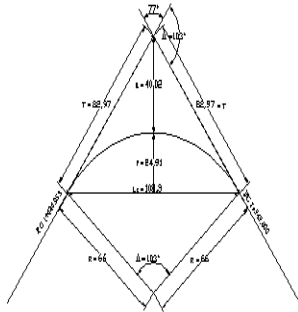
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 15**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  6.22

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 16**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 202.1036**  
3.52737325

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  -81.917 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  -99.47 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  19.07 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  56.44 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  31.41 m

**Peralte % 5**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	7.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	17.05 m
Longitud de transición	$L_t =$	11.4 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	3.4 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	8.0 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+151.410	6+137.774 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	6+207.850	6+137.774 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		6+143.455 Level Crown	0.0%	-2.5%
		6+149.137 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		6+149.137 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		6+154.819 Begin Full Super	5.0%	-5.0%
		6+204.441 End Full Super	5.0%	-5.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.20 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	15 Km/hr	CURVA 48
RADIO DE CURVATURA	35 m	
ANGULO DE DEFLEXION	61.4572°	

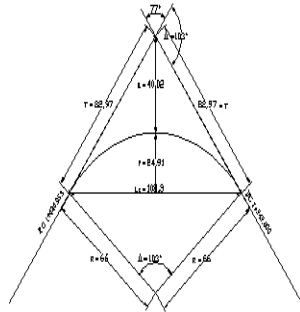
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 15**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  6.22

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 35**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 61.4572**  
1.072630489

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  20.805 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  5.72 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  4.91 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  37.54 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  35.77 m

**Peralte % 5**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	7.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	17.05 m
Longitud de transición	$L_t =$	11.4 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	3.4 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	8.0 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+207.850			
PT	6+245.390			

6+211.259	Begin Full Super	-5.0%	5.0%
6+241.981	End Full Super	-5.0%	5.0%
6+247.663	Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
6+247.663	Reverse Crown	-2.5%	2.5%
6+253.345	Level Crown	-2.5%	0.0%
6+259.026	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
6+259.026	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.58 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.42 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.16 m

LI = 3.92  
LE = 3.66

VELOCIDAD DE PROYECTO	15 Km/hr	CURVA 49
RADIO DE CURVATURA	16 m	
ANGULO DE DEFLEXION	224.1363°	

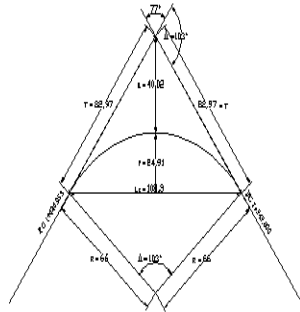
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 15**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  6.22

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 16**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 224.1363**  
3.911916408

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  -39.466 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  -58.59 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  22.01 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  62.59 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  29.66 m

**Peralte % 5**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	7.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	17.05 m
Longitud de transición	$L_t =$	11.4 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	3.4 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	8.0 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+346.810	6+333.174 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	6+409.400	6+333.174 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		6+338.855 Level Crown	-2.5%	0.0%
		6+344.537 Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
		6+344.537 Reverse Crown	-2.5%	2.5%
		6+350.219 Begin Full Super	-5.0%	5.0%
		6+405.991 End Full Super	-5.0%	5.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.20 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	15 Km/hr	CURVA 50
RADIO DE CURVATURA	16 m	
ANGULO DE DEFLEXION	87.9519°	

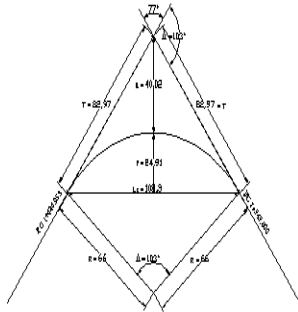
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 15**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  6.22

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 16**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 87.9519**  
1.535050238

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  15.438 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  6.23 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  4.49 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  24.56 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  22.22 m

**Peralte % 5**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	7.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	17.05 m
Longitud de transición	$L_t =$	11.4 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	3.4 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	8.0 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+409.400			
PT	6+433.960			

6+412.809	Begin Full Super	5.0%	-5.0%
6+430.551	End Full Super	5.0%	-5.0%
6+436.233	Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
6+436.233	Reverse Crown	2.5%	-2.5%
6+441.915	Level Crown	0.0%	-2.5%
6+447.596	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
6+447.596	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.20 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26  
LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 51
RADIO DE CURVATURA	41	m	
ANGULO DE DEFLEXION	124.0626	°	

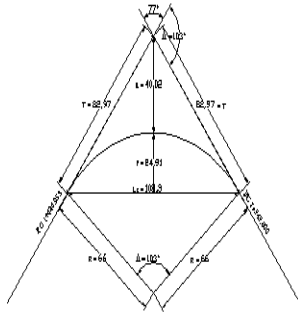
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 41**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 124.0626**  
2.165300849

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  77.212 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  46.42 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  21.77 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  88.78 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\Delta}{2}$  72.42 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = bombeo$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+507.490	6+490.672 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	6+596.260	6+490.672 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		6+496.354 Level Crown	0.0%	-2.5%
		6+502.035 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		6+502.035 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		6+512.263 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		6+591.487 End Full Super	7.0%	-7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  2.20 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.21 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.99 m

LI = 3.71

LE = 3.49

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	CURVA 52
RADIO DE CURVATURA	100 m	
ANGULO DE DEFLEXION	37.2647°	

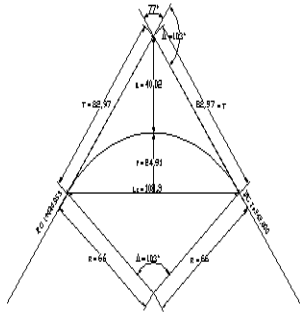
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 100**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 37.2647**  
0.65039171

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  33.717 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  5.53 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  5.24 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  65.04 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\Delta}{2}$  63.90 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = bombeo$

**Desarrollo de peralte:**

Números de carriles	Bombeo %	-2.5
Ancho normal de un carril	n =	1
Variación total de la pendiente transversal %	a =	2.5 m
Pendiente relativa %	$\Delta_p =$	9.5
Desarrollo del peralte	$\Delta =$	1.1
	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geométrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+596.260			
PT	6+661.300			
	6+601.033	Begin Full Super	-7.0%	7.0%
	6+656.527	End Full Super	-7.0%	7.0%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  0.90 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.50 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.41 m

LI = 3.00

LE = 2.91



VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	CURVA 53
RADIO DE CURVATURA	27 m	
ANGULO DE DEFLEXION	128.5866°	

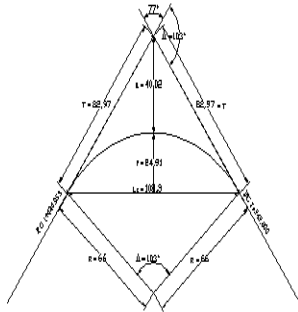
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 27**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 128.5866**  
2.244259544

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  56.085 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  35.25 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  15.29 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  60.60 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  48.66 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+661.300			
PT	6+721.900			

6+666.073	Begin Full Super	-7.0%	7.0%
6+717.127	End Full Super	-7.0%	7.0%
6+727.355	Low Shoulder Match	-2.5%	2.5%
6+727.355	Reverse Crown	-2.5%	2.5%
6+733.036	Level Crown	-2.5%	0.0%
6+738.718	Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
6+738.718	Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  3.34 m  
3.2

**Sobreancho interior = 0.55E** 1.76 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 1.44 m

LI = 4.26

LE = 3.94

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA 54
RADIO DE CURVATURA	50	m	
ANGULO DE DEFLEXION	27.6951	°	

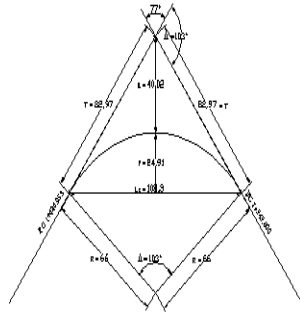
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 27.6951**  
0.483370682

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  12.325 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  1.50 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  1.45 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  24.17 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  23.93 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+787.570	6+770.752 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	6+811.740	6+770.752 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		6+776.434 Level Crown	0.0%	-2.5%
		6+782.115 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		6+782.115 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		6+792.343 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		6+806.967 End Full Super	7.0%	-7.0%
		6+817.195 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		6+817.195 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		6+822.876 Level Crown	0.0%	-2.5%
		6+828.558 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		6+828.558 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31

VELOCIDAD DE PROYECTO	30 Km/hr	CURVA 55
RADIO DE CURVATURA	50 m	
ANGULO DE DEFLEXION	54.4166°	

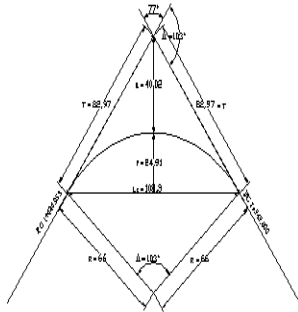
**Velocidad adoptado [Km/h] = Adoptado del manual de la abc 30**

**Radio de curvatura mínimo (m)=**  $R_{min} = \frac{Vp^2}{127 * (P_{max} + f)}$  24.87

**Radio de Curvatura [ m ] : Adoptado 50**

**Angulo de Deflexión [ ° ] = 54.4166**  
0.949748838

**Elementos de curva:**



**Tangente**  $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$  25.706 m

**Externa**  $E = R \cdot \left( \sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$  6.22 m

**Flecha**  $f = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$  5.53 m

**Desarrollo de Curva**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta}{180}$  47.49 m

**Longitud de Curva**  $Lc = 2 \cdot R \cdot \text{sen} \frac{\Delta}{2}$  45.72 m

**Peralte % 7**

**Peralte (%):**

$25 \leq R \leq 350 \rightarrow e = 7\%$

$350 < R \leq 3500 \rightarrow e = 7\% - 6.08(1 - 350/R)^{1.3}$

$3500 < R \rightarrow e = \text{bombeo}$

**Desarrollo de peralte:**

	Bombeo %	-2.5
Números de carriles	n =	1
Ancho normal de un carril	a =	2.5 m
Variación total de la pendiente transversal %	$\Delta_p =$	9.5
Pendiente relativa %	$\Delta =$	1.1
Desarrollo del peralte	$l = \frac{na\Delta_p}{\Delta}$	21.59 m
Longitud de transición	$L_t =$	15.9 m
Longitud de transición en curva	$L_{tc} =$	4.8 m
Longitud de transición en recta	$L_{tr} =$	11.1 m
Longitud de aplanamiento	$L_a =$	5.7 m

Punto geometrico	PK	Nomenclatura C3D	Lisquiedo	Lderecho
PC	6+879.190	6+862.372 End Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%
PT	6+926.680	6+862.372 End Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		6+868.054 Level Crown	0.0%	-2.5%
		6+873.735 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		6+873.735 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		6+883.963 Begin Full Super	7.0%	-7.0%
		6+921.907 End Full Super	7.0%	-7.0%
		6+932.135 Low Shoulder Match	2.5%	-2.5%
		6+932.135 Reverse Crown	2.5%	-2.5%
		6+937.816 Level Crown	0.0%	-2.5%
		6+943.498 Begin Normal Crown	-2.5%	-2.5%
		6+943.498 Begin Normal Shoulder	-2.5%	-2.5%

**Sobre ancho:** Calzada en recta 6m, bidireccional, con huelgas h1 = 0.45m y h2 = 0.05m

**Distancia entre parachoques delantero y ultimo eje trasero  $L_0$  9.5 m**

**Sobreancho**  $E = \frac{L_0^2}{R} + 0.15$  1.81 m

**Sobreancho interior = 0.55E** 0.99 m

**Sobreancho exterior = 0.45E** 0.81 m

LI = 3.49

LE = 3.31

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/abertura	CV1
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	30	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	9.57%		

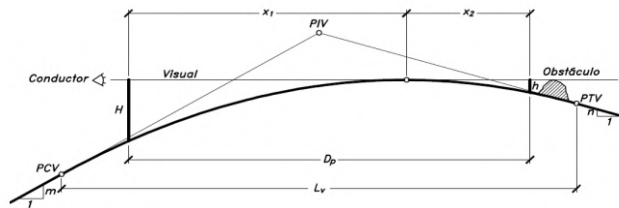
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	2.70%	0.027
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-6.87%	-0.0687
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	9.57%	0.0957

**Distancia de frenado:**

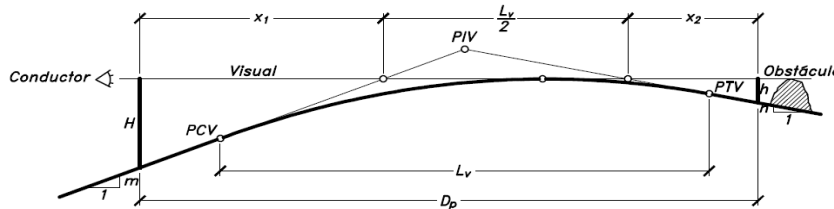
Velocidad de proyecto (VP o V*), en Km/abertura.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en se.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	2.70%	0.027
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  13 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  2.41 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0911 \\ \theta = 0.0957 \longrightarrow L_{min} = 2.41 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1822 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso} \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 30 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV2
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	1.94%		

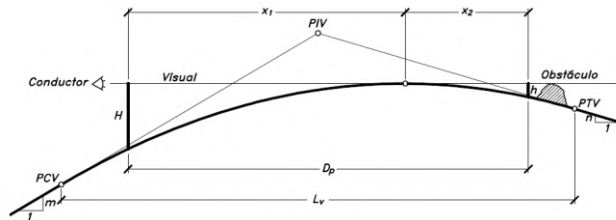
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-6.87%	-0.0687
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-8.81%	-0.0881
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	1.94%	0.0194

**Distancia de frenado:**

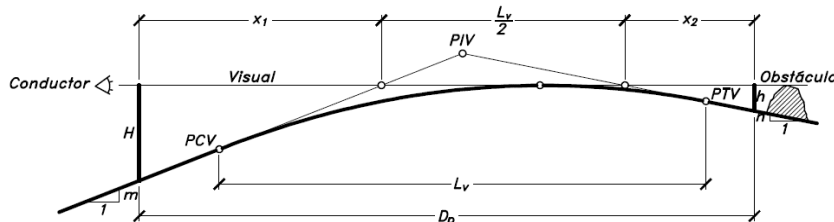
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-6.87%	-0.0687
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	27

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  3 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -177.22 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} = 30 m$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0837 \\ \theta = 0.0194 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1675 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 m$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV3
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	22	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	6.42%		

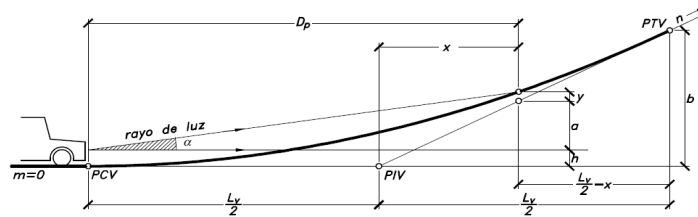
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-8.81%	-0.0881
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-2.39%	-0.0239
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	6.42%	0.0642

**Distancia de frenado:**

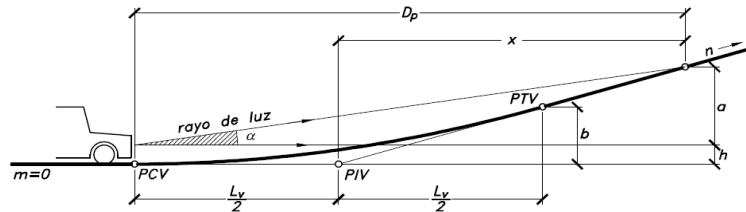
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-8.81%	-0.0881
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	27

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  22 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  21.13 OK

**Longitud de curva vertical de diseño**

$L_v =$  22 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV4
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.11%		

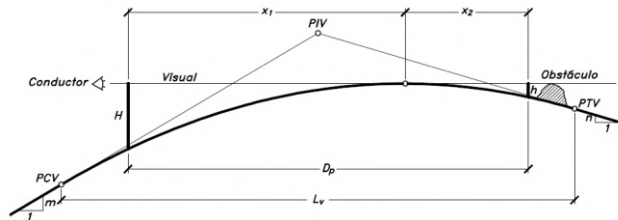
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-2.39%	-0.0239
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-4.50%	-0.045
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	2.11%	0.0211

**Distancia de frenado:**

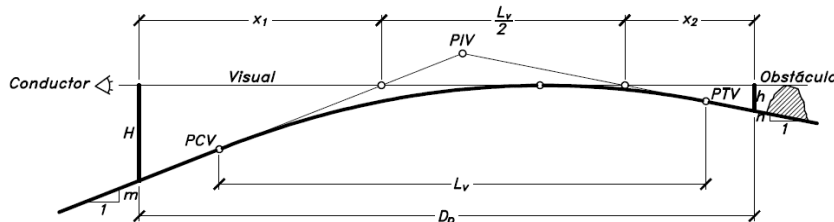
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-2.39%	-0.0239
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  3 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -160.92 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0875 \\ \theta = 0.0211 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1749 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV5
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	5.61%		

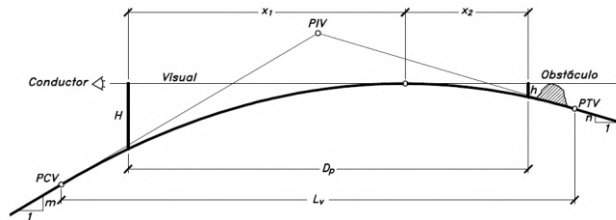
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-4.50%	-0.045
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-10.11%	-0.1011
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	5.61%	0.0561

**Distancia de frenado:**

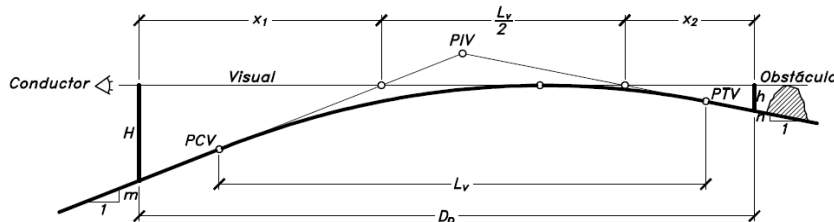
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-4.50%	-0.045
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  9 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -27.56 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0858 \\ \theta = 0.0561 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1715 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV6
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	0.84%		

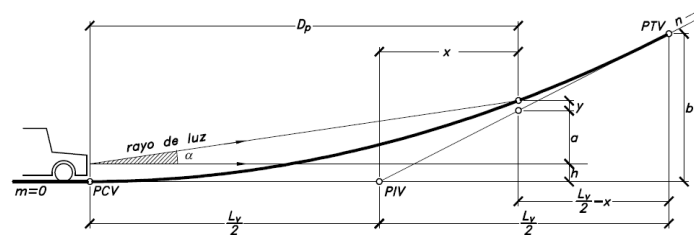
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-10.11%	-0.1011
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-9.27%	-0.0927
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	0.84%	0.0084

**Distancia de frenado:**

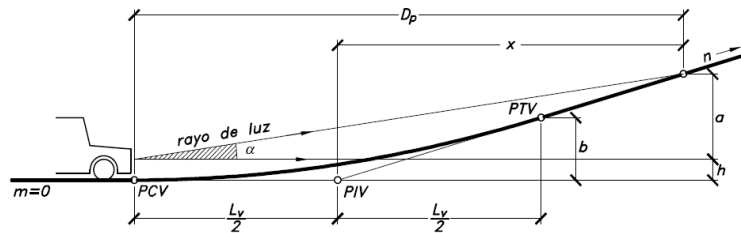
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-10.11%	-0.1011
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	28

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  3 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -202.73 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0806 \\ \theta = 0.0084 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguiete} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1613 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV7
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	36	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	10.08%		

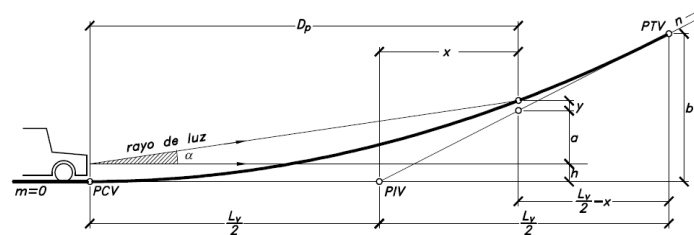
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-9.27%	-0.0927
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	0.81%	0.0081
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	10.08%	0.1008

**Distancia de frenado:**

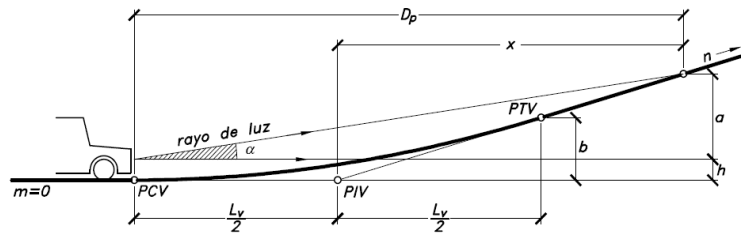
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-9.27%	-0.0927
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	$D_p =$	27

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  35 OK

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  33.56 FALSO

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0815 \\ \theta = 0.1008 \longrightarrow L_{min} = 33.56 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1630 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso} \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  36 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV8
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.10%		

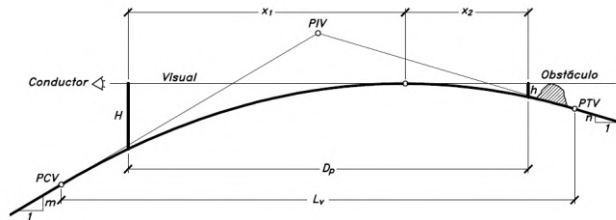
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	0.81%	0.0081
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	-1.29%	-0.0129
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	2.10%	0.021

**Distancia de frenado:**

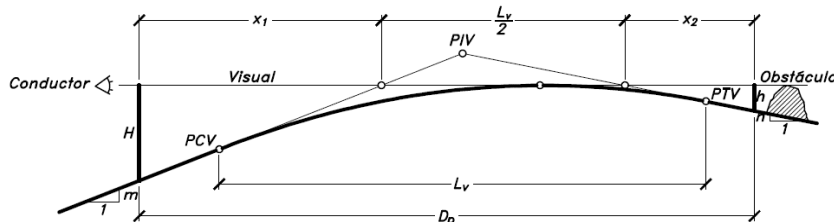
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	0.81%	0.0081
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  3 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -163.26 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0898 \\ \theta = 0.021 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1796 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV9
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	4.00%		

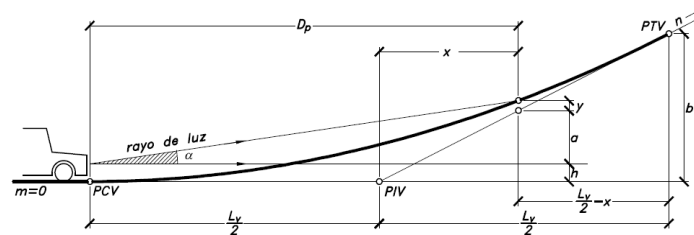
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-1.29%	-0.0129
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	2.71%	0.0271
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	4.00%	0.04

**Distancia de frenado:**

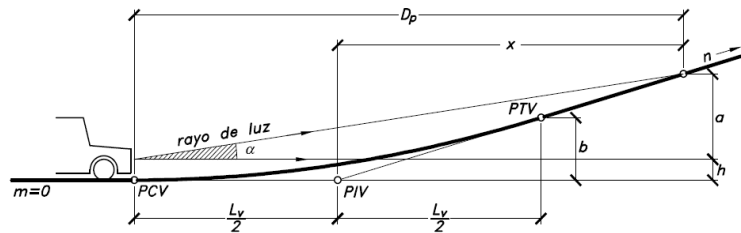
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-1.29%	-0.0129
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  12 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -1.40 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0883 \\ \theta = 0.04 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1766 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  18 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV10
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	3.61%		

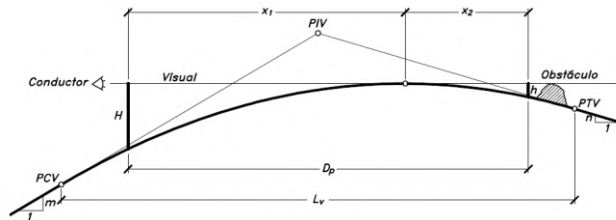
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	2.71%	0.0271
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-0.90%	-0.009
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	3.61%	0.0361

**Distancia de frenado:**

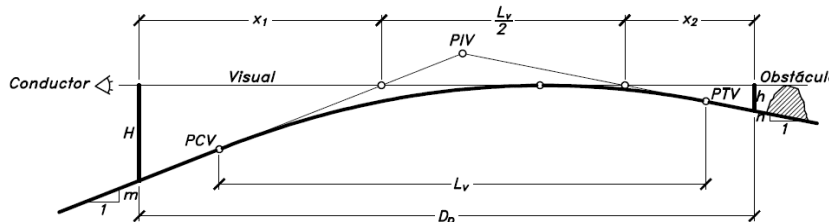
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	2.71%	0.0271
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  5 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -74.81 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0911 \\ \theta = 0.0361 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1822 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV11
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	21	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	5.54%		

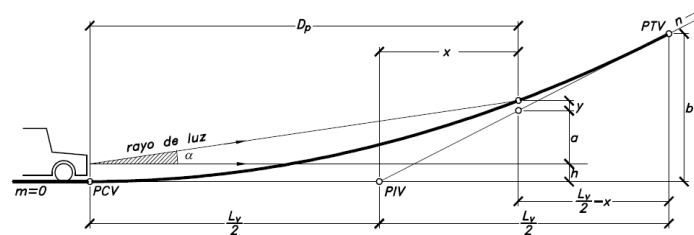
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-0.90%	-0.009
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	4.64%	0.0464
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	5.54%	0.0554

**Distancia de frenado:**

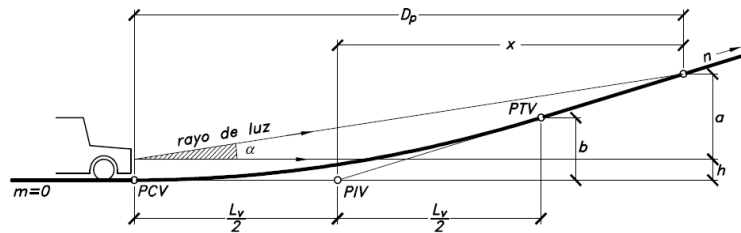
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	-0.90%	-0.009
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  17 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  12.98 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0886 \\ \theta = 0.0554 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1772 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 21 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV12
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	8.19%		

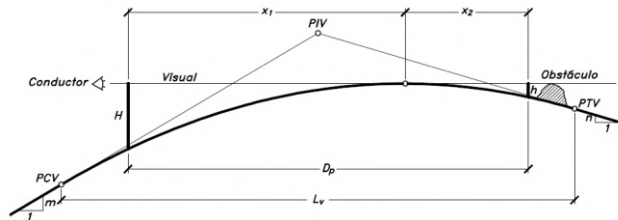
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	4.64%	0.0464
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	-3.55%	-0.0355
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	8.19%	0.0819

**Distancia de frenado:**

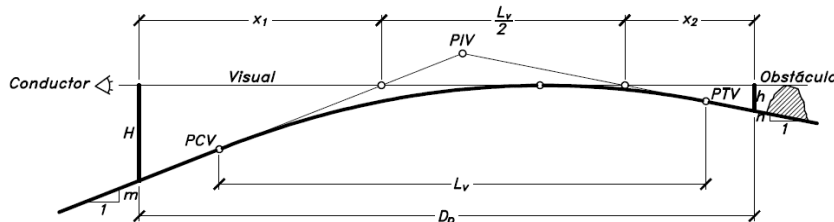
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	4.64%	0.0464
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  11 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -6.13 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0923 \\ \theta = 0.0819 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1846 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV13
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	8.34%		

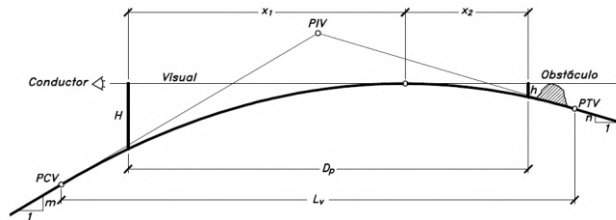
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	-3.55%	-0.0355
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	-11.89%	-0.1189
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta = lm-nl =$	8.34%	0.0834

**Distancia de frenado:**

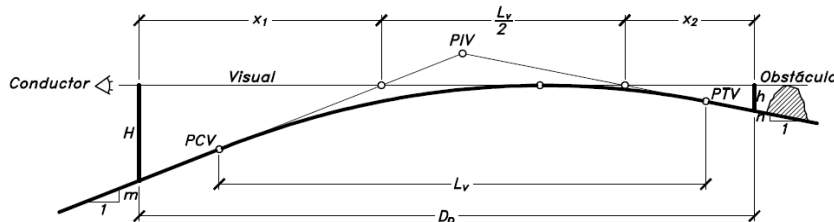
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	-3.55%	-0.0355
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  12 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -1.91 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} = 30 m$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0865 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1731 \end{array} \right. \theta = 0.0834 \rightarrow L_{min} = \text{Siguinte}$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \rightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \right. \quad L_{min} = 18$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 m$



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV14
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	44	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	11.91%		

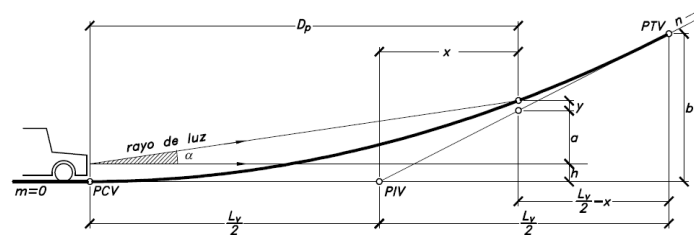
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-11.89%	-0.1189
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	0.02%	0.0002
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	11.91%	0.1191

**Distancia de frenado:**

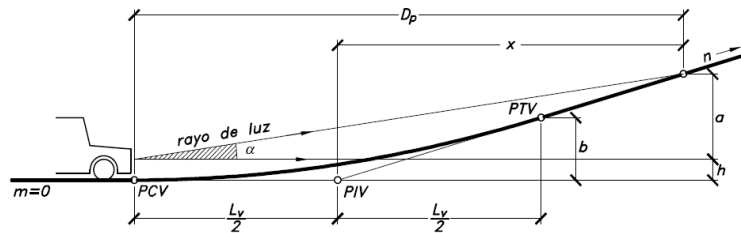
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-11.89%	-0.1189
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	28

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  44 OK

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  38.46 FALSO

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0788 \\ \theta = 0.1191 \longrightarrow L_{min} = 38.46 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1576 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso} \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  44 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV15
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	4.58%		

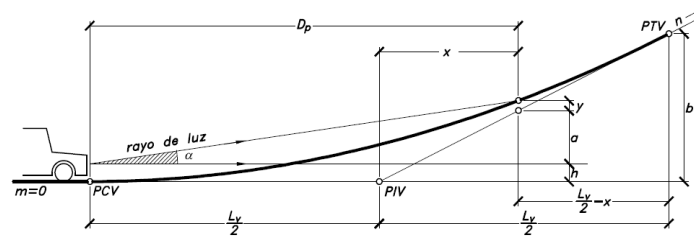
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	0.02%	0.0002
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	4.60%	0.046
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	4.58%	0.0458

**Distancia de frenado:**

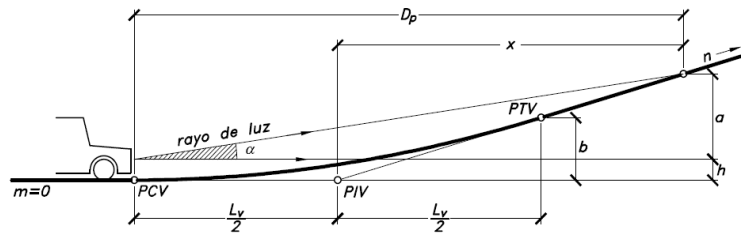
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	0.02%	0.0002
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  14 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  4.87 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0892 \\ \theta = 0.0458 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguiete} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1785 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  18 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV16
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	4.90%		

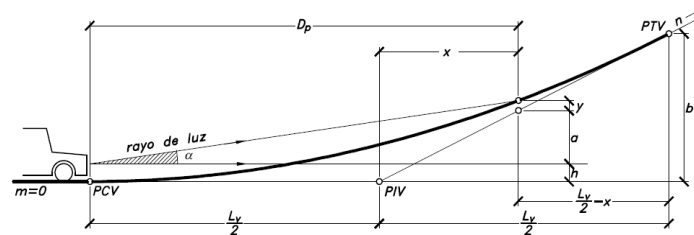
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	4.60%	0.046
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	9.50%	0.095
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	4.90%	0.049

**Distancia de frenado:**

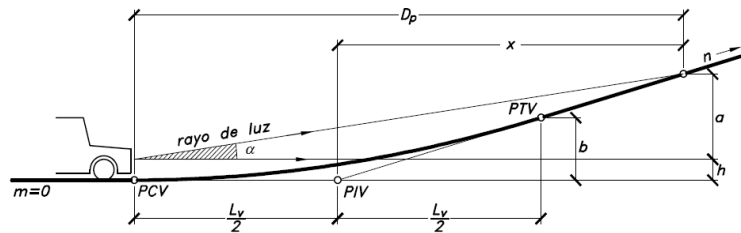
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	4.60%	0.046
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  14 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  6.76 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0923 \\ \theta = 0.049 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguiete} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1846 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV17
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	30	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	10.64%		

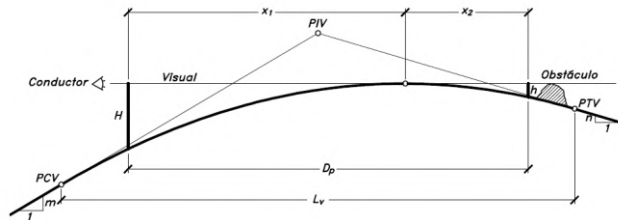
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	9.50%	0.095
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-1.14%	-0.0114
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	10.64%	0.1064

**Distancia de frenado:**

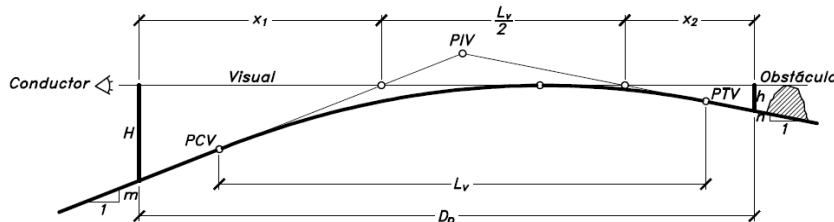
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	9.50%	0.095
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  13 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  5.02 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0951 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1903 \end{array} \right. \quad \theta = 0.1064 \longrightarrow L_{min} = 5.02$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso}$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 30 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV18
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	5.92%		

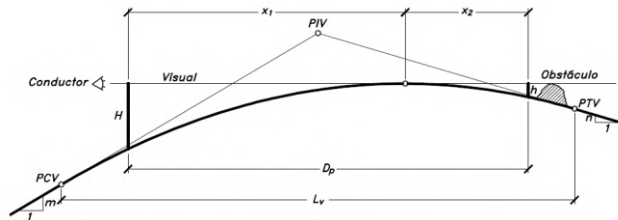
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-1.14%	-0.0114
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-7.06%	-0.0706
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	5.92%	0.0592

**Distancia de frenado:**

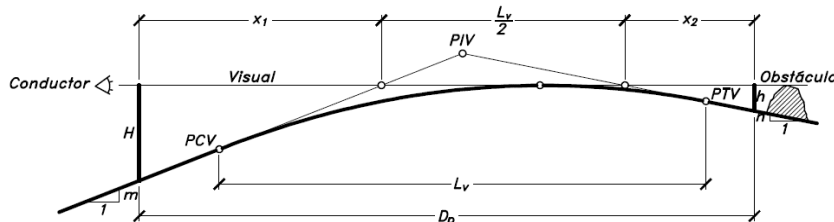
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-1.14%	-0.0114
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  8 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -24.93 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} = 30 m$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0884 \\ \theta = 0.0592 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1768 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 m$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV19
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	27	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	7.50%		

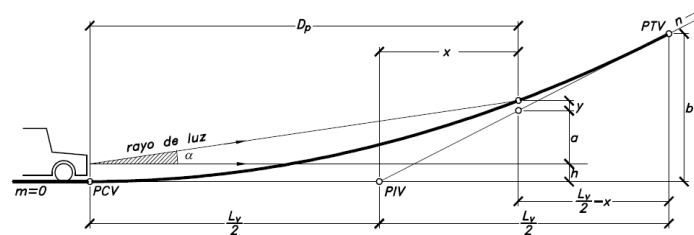
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-7.06%	-0.0706
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	0.44%	0.0044
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	7.50%	0.075

**Distancia de frenado:**

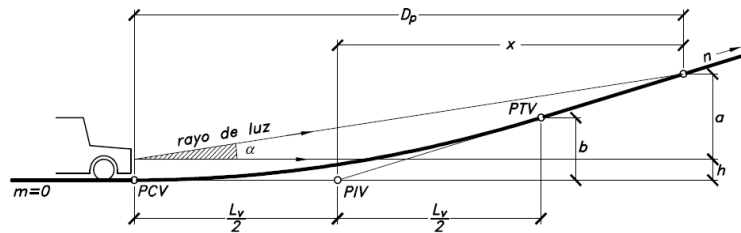
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-7.06%	-0.0706
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	27

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  25 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  25.14 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0836 \\ \theta = 0.075 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1671 \end{array} \right.$$

$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \right. \quad L_{min} = 18$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  27 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV20
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.03%		

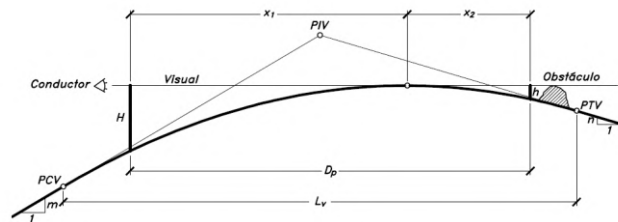
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	0.44%	0.0044
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	-1.59%	-0.0159
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta = lm-nl =$	2.03%	0.0203

**Distancia de frenado:**

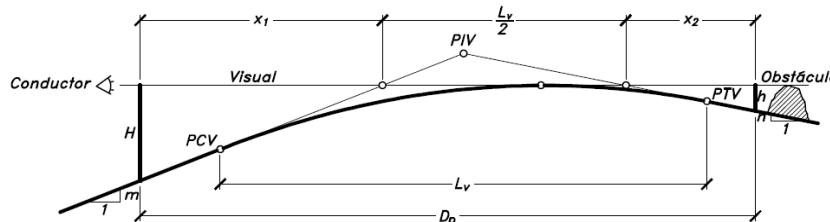
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	0.44%	0.0044
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  3 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -170.47 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} = 30 m$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0895 \\ \theta = 0.0203 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1791 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 m$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV21
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.50%		

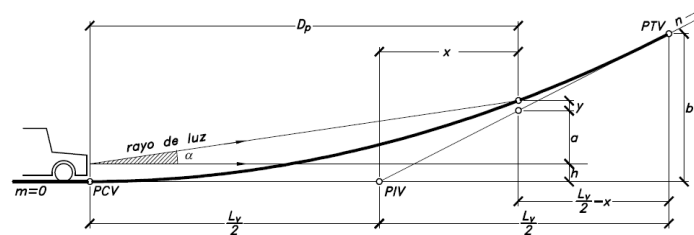
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-1.59%	-0.0159
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	0.91%	0.0091
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	2.50%	0.025

**Distancia de frenado:**

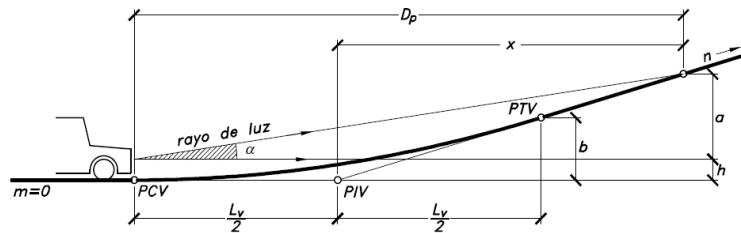
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-1.59%	-0.0159
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  8 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -32.64 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0881 \\ \theta = 0.025 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1761 \end{array} \right.$$

$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \right. \quad L_{min} = 18$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18$  m



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV22
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.94%		

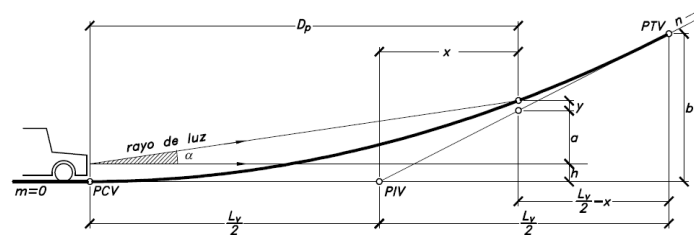
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	0.91%	0.0091
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	3.85%	0.0385
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	2.94%	0.0294

**Distancia de frenado:**

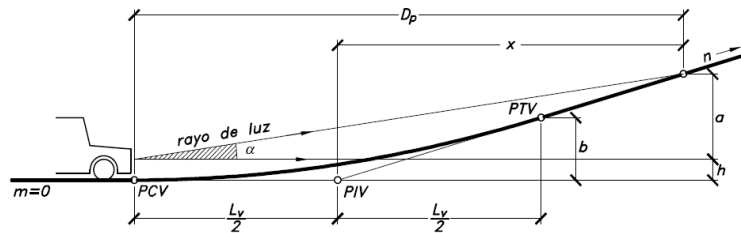
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	0.91%	0.0091
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  9 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -20.56 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0899 \\ \theta = 0.0294 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1797 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV23
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	1.15%		

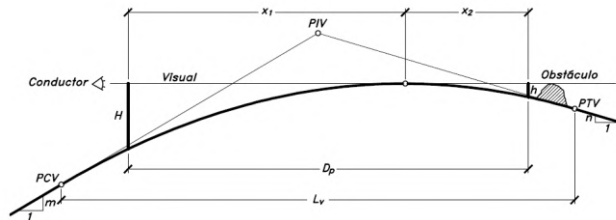
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	3.85%	0.0385
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	2.70%	0.027
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	1.15%	0.0115

**Distancia de frenado:**

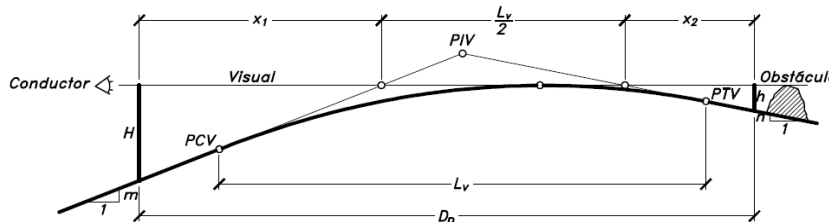
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	3.85%	0.0385
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  2 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -340.44 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} = 30 m$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0918 \\ \theta = 0.0115 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1836 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 m$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV24
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	6.59%		

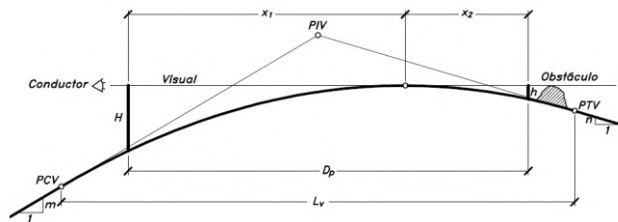
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	2.70%	0.027
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-3.89%	-0.0389
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	6.59%	0.0659

**Distancia de frenado:**

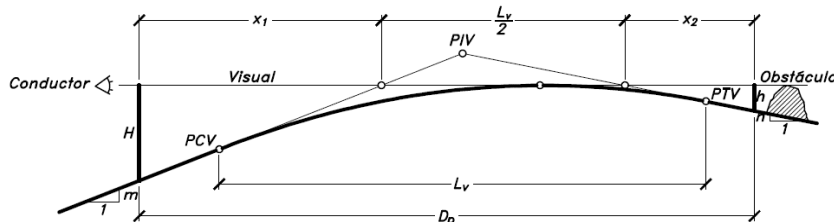
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	2.70%	0.027
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  9 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -18.74 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0911 \\ \theta = 0.0659 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1822 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV25
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	4.05%		

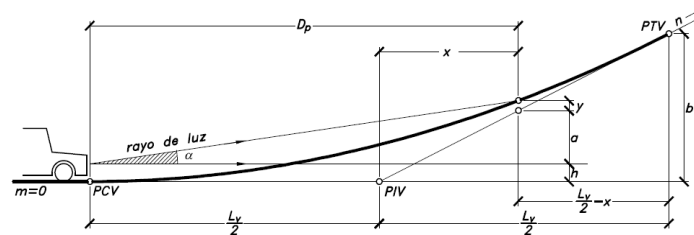
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-3.89%	-0.0389
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	0.16%	0.0016
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	4.05%	0.0405

**Distancia de frenado:**

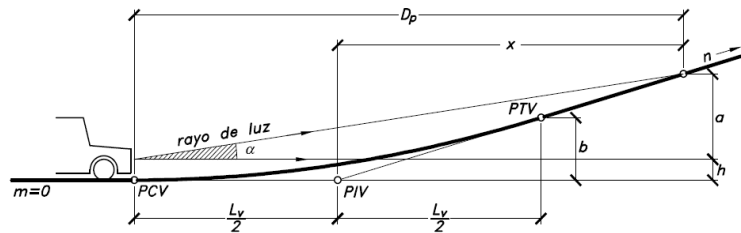
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-3.89%	-0.0389
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  13 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -0.08 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0863 \\ \theta = 0.0405 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguiete} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1725 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  18 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV26
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	32	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	10.25%		

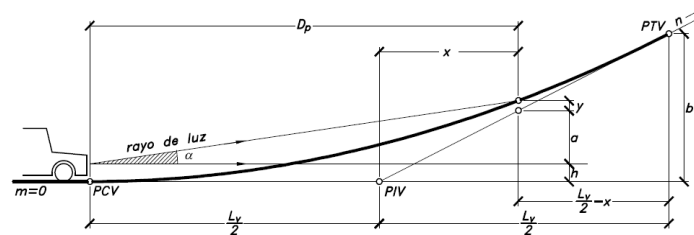
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	0.16%	0.0016
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	10.41%	0.1041
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	10.25%	0.1025

**Distancia de frenado:**

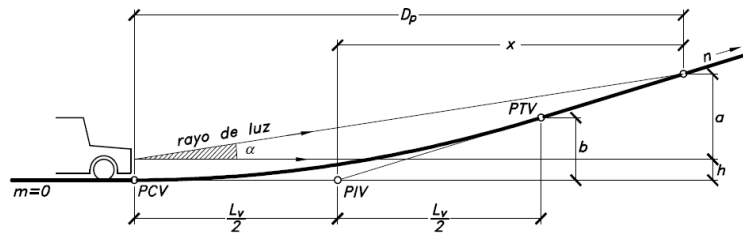
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	0.16%	0.0016
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  31 OK

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  29.90 FALSO

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0893 \\ \theta = 0.1025 \longrightarrow L_{min} = 29.90 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1787 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso} \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  32 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV27
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	4.57%		

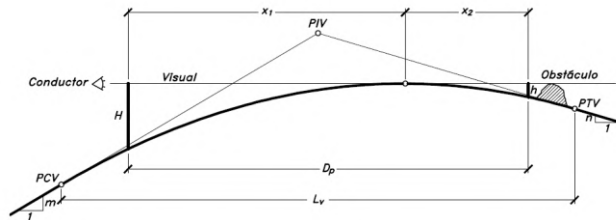
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	10.41%	0.1041
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	5.84%	0.0584
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta = lm-nl =$	4.57%	0.0457

**Distancia de frenado:**

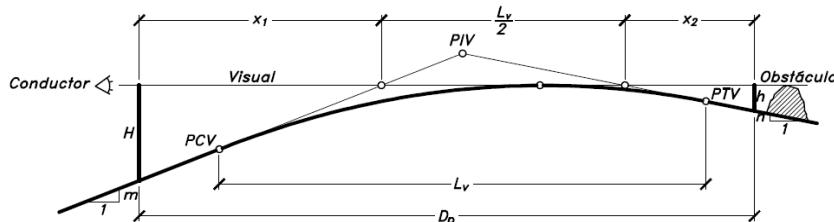
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	10.41%	0.1041
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	23

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  6 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -51.09 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} = 30 m$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0956 \\ \theta = 0.0457 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1912 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 m$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV28
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	1.19%		

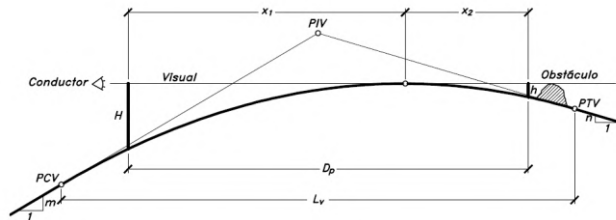
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	5.00%	0.05
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	3.81%	0.0381
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	1.19%	0.0119

**Distancia de frenado:**

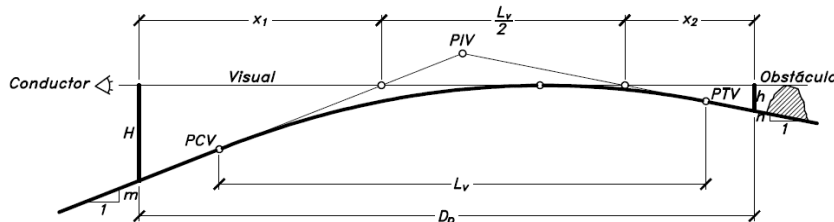
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	5.00%	0.05
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  2 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -327.74 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0925 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1851 \end{array} \right. \quad \theta = 0.0119 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente}$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV29
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	7.06%		

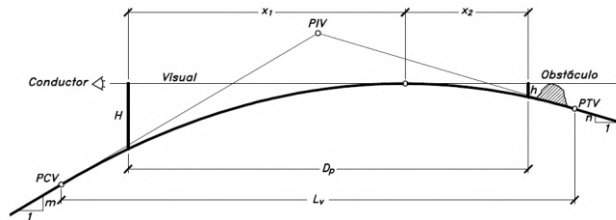
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	3.81%	0.0381
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	-3.25%	-0.0325
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	7.06%	0.0706

**Distancia de frenado:**

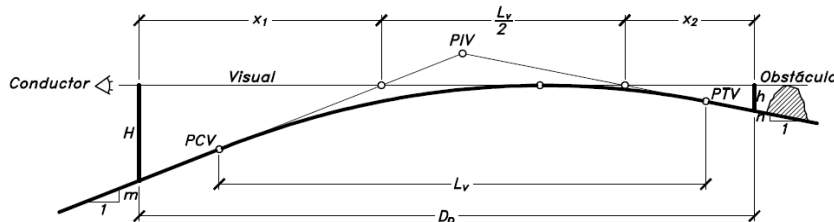
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	3.81%	0.0381
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  9 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -14.60 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0918 \\ \theta = 0.0706 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1836 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV30
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	5.22%		

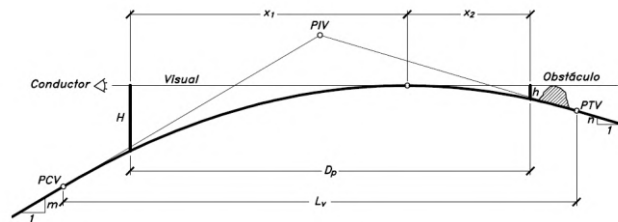
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-3.25%	-0.0325
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-8.47%	-0.0847
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	5.22%	0.0522

**Distancia de frenado:**

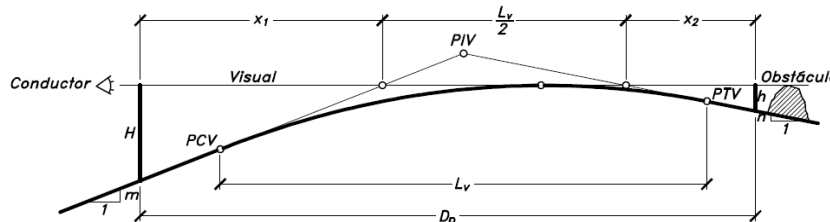
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-3.25%	-0.0325
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  8 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -34.13 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0868 \\ \theta = 0.0522 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1736 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV31
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	20	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	6.10%		

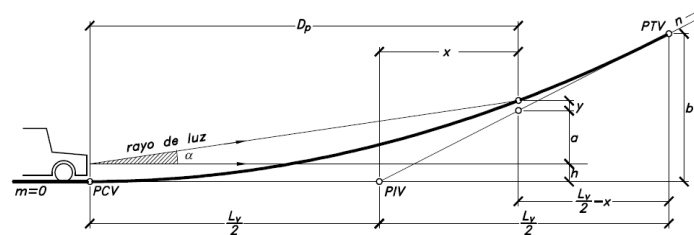
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-8.47%	-0.0847
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-2.37%	-0.0237
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	6.10%	0.061

**Distancia de frenado:**

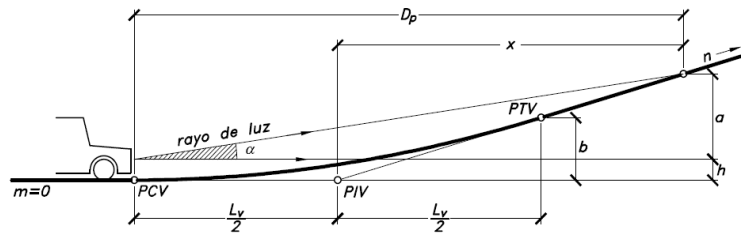
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-8.47%	-0.0847
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	27

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  21 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  19.21 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0822 \\ \theta = 0.061 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguiete} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1645 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  20 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV32
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	1.78%		

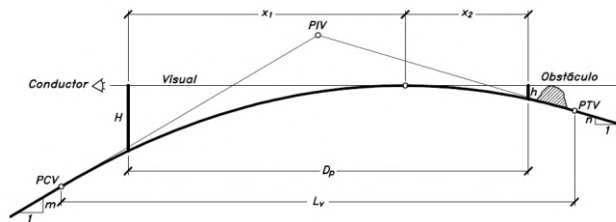
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	-2.37%	-0.0237
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	-4.15%	-0.0415
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	1.78%	0.0178

**Distancia de frenado:**

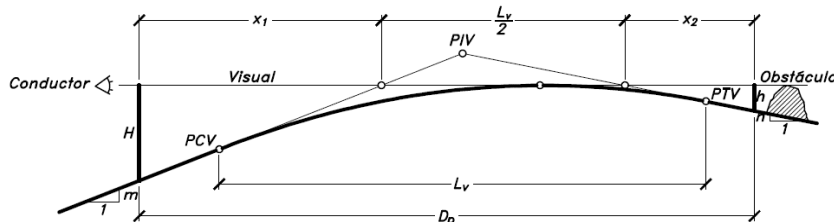
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	-2.37%	-0.0237
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  3 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -200.25 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0875 \\ \theta = 0.0178 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1749 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV33
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	0.88%		

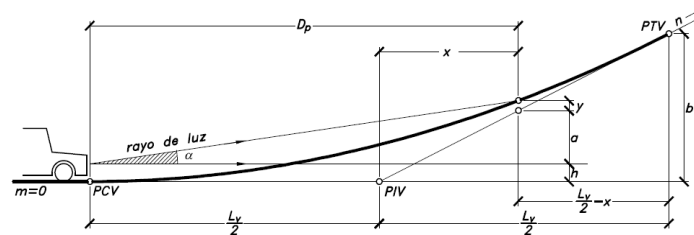
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-4.15%	-0.0415
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-3.27%	-0.0327
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	0.88%	0.0088

**Distancia de frenado:**

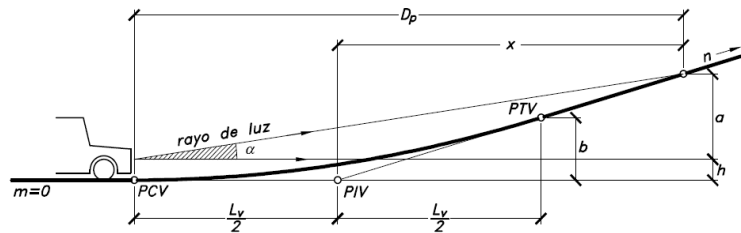
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	-4.15%	-0.0415
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	$D_p =$	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  3 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -187.55 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0861 \\ \theta = 0.0088 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1721 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV34
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.82%		

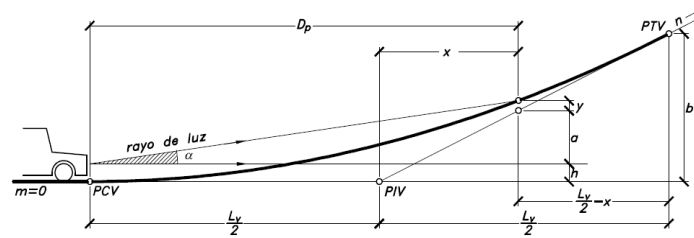
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-3.27%	-0.0327
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-0.45%	-0.0045
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	2.82%	0.0282

**Distancia de frenado:**

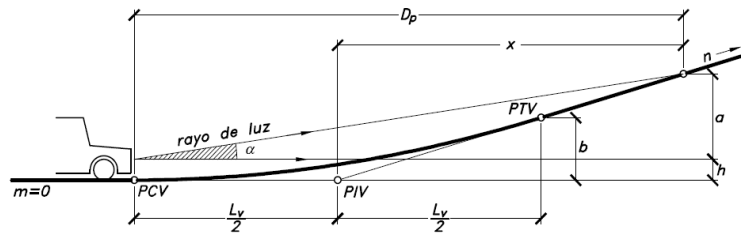
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-3.27%	-0.0327
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  9 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -22.88 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0868 \\ \theta = 0.0282 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1735 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  18 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV35
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	8.08%		

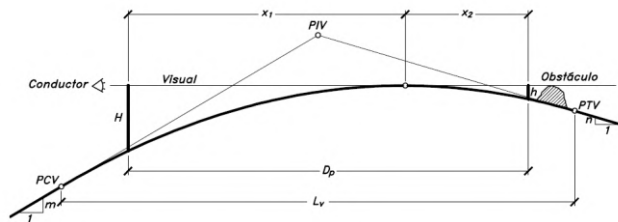
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	2.72%	0.0272
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-5.36%	-0.0536
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	8.08%	0.0808

**Distancia de frenado:**

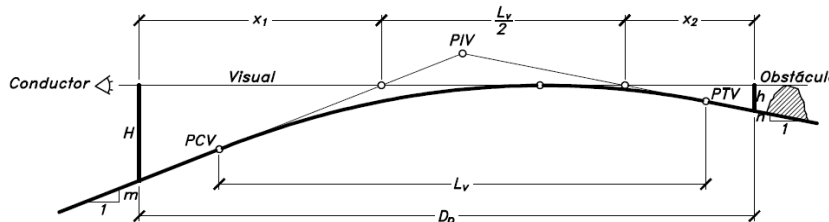
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	2.72%	0.0272
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  11 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -6.22 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0911 \\ \theta = 0.0808 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1822 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV36
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	3.32%		

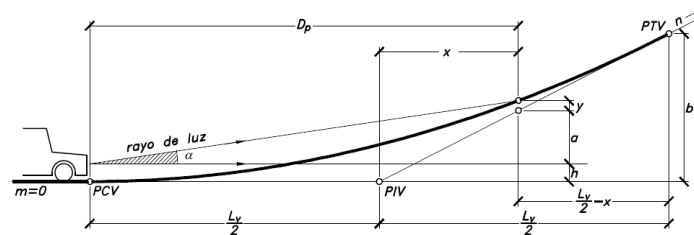
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-4.43%	-0.0443
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-1.11%	-0.0111
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	3.32%	0.0332

**Distancia de frenado:**

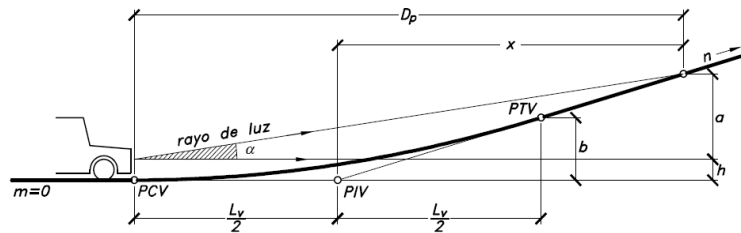
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	-4.43%	-0.0443
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	$D_p =$	26

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  11 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -11.39 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0858 \\ \theta = 0.0332 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1717 \end{array} \right.$$

$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \right. \quad L_{min} = 18$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18$  m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV37
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.25%		

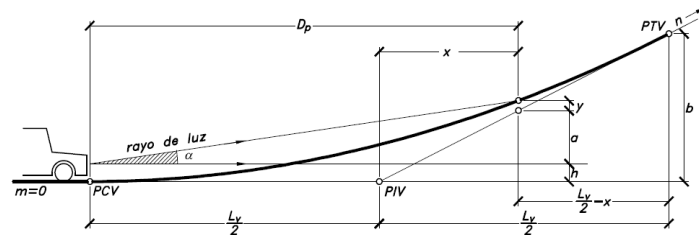
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-1.11%	-0.0111
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	1.14%	0.0114
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	2.25%	0.0225

**Distancia de frenado:**

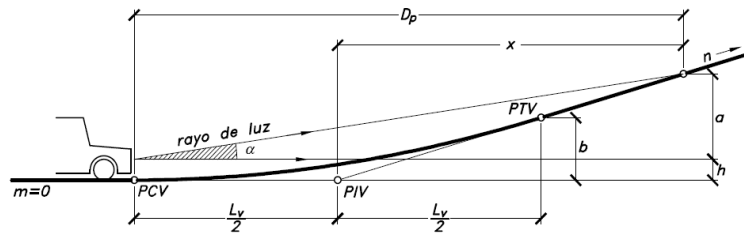
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-1.11%	-0.0111
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  7 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -41.97 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0884 \\ \theta = 0.0225 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1769 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  18 m



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV38
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	28	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	9.51%		

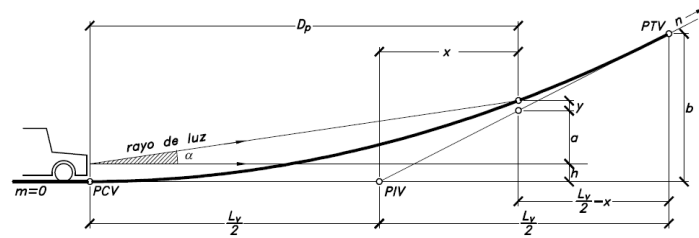
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	1.14%	0.0114
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	10.65%	0.1065
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	9.51%	0.0951

**Distancia de frenado:**

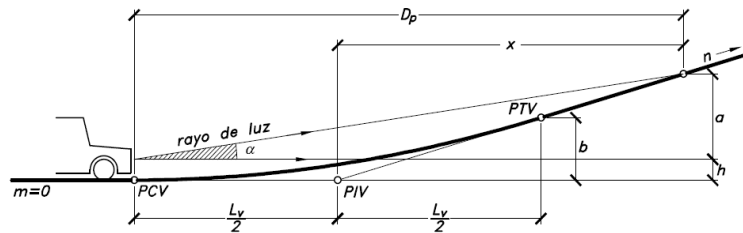
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	1.14%	0.0114
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  28 OK

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  28.01 FALSO

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0900 \\ \theta = 0.0951 \longrightarrow L_{min} = 28.01 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1801 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso} \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  28 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV39
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	70	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	21.55%		

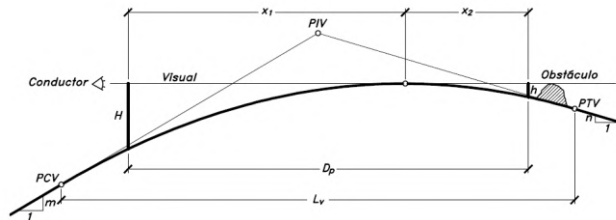
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	10.65%	0.1065
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	-10.90%	-0.109
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	21.55%	0.2155

**Distancia de frenado:**

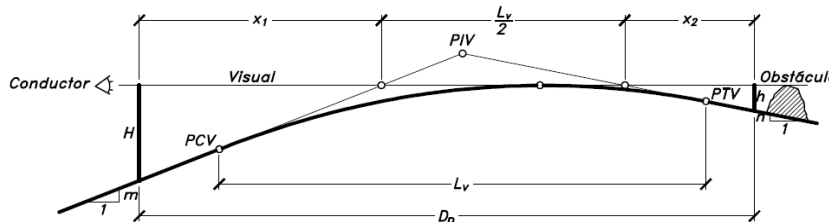
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	10.65%	0.1065
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	23

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  26 OK

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  26.02 FALSO

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0957 \\ \theta = 0.2155 \longrightarrow L_{min} = 26.02 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1915 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso} \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  70 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV40
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	38	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	11.68%		

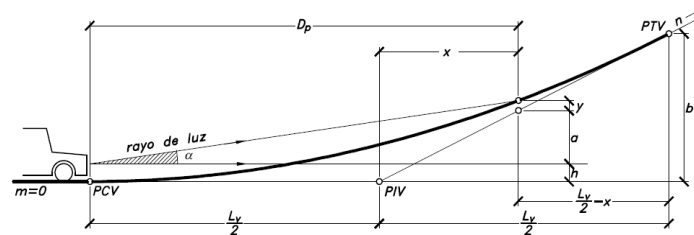
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	-10.90%	-0.109
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	0.78%	0.0078
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	11.68%	0.1168

**Distancia de frenado:**

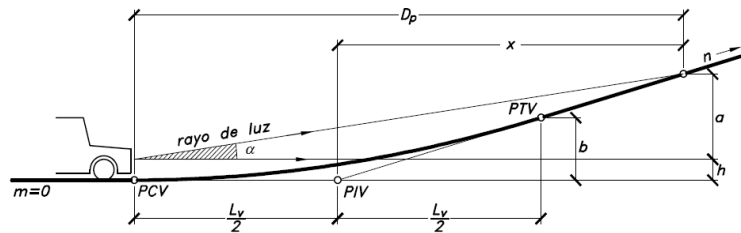
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	-10.90%	-0.109
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	28

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  42 OK

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  37.46 FALSO

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0798 \\ \theta = 0.1168 \longrightarrow L_{min} = 37.46 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1597 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso} \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  38 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV41
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	36	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	11.17%		

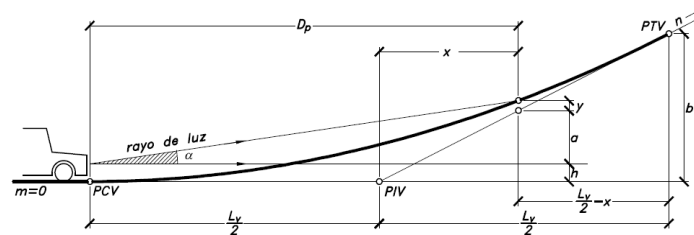
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	0.78%	0.0078
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	11.95%	0.1195
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	11.17%	0.1117

**Distancia de frenado:**

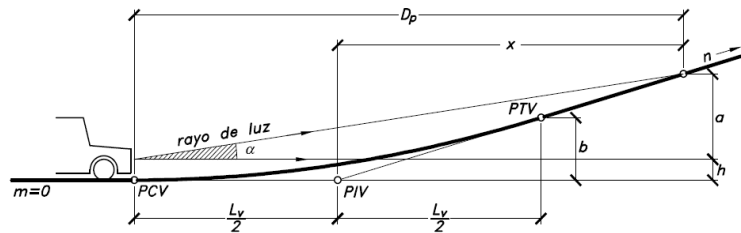
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	0.78%	0.0078
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	25

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  34 OK

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  31.36 FALSO

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0898 \\ \theta = 0.1117 \longrightarrow L_{min} = 31.36 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1796 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = \text{Falso} \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  36 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV42
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	4.98%		

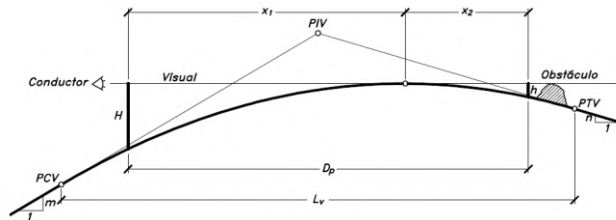
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	11.95%	0.1195
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	6.97%	0.0697
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	4.98%	0.0498

**Distancia de frenado:**

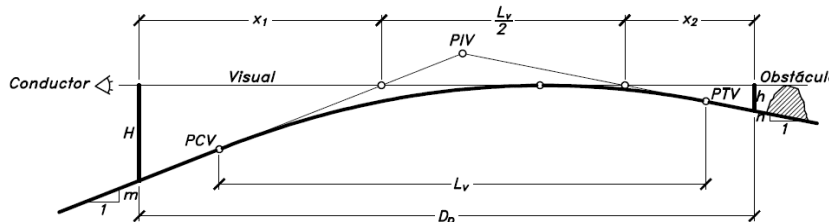
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	11.95%	0.1195
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	23

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  6 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -43.41 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0964 \\ \theta = 0.0498 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1928 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV43
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	0.24%		

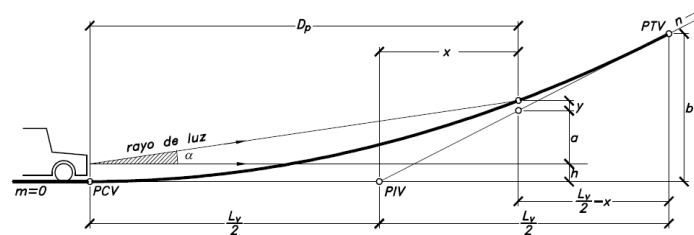
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	6.97%	0.0697
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	6.73%	0.0673
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	0.24%	0.0024

**Distancia de frenado:**

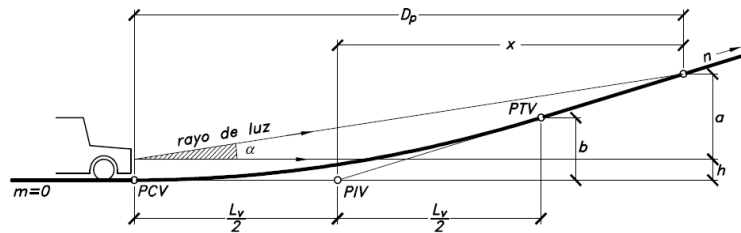
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	6.97%	0.0697
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  1 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -799.82 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0937 \\ \theta = 0.0024 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1874 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  18 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV44
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	1.74%		

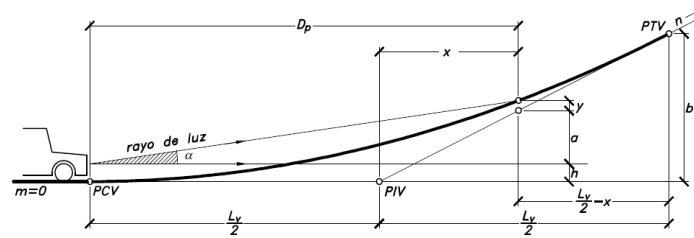
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	6.73%	0.0673
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	8.47%	0.0847
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	1.74%	0.0174

**Distancia de frenado:**

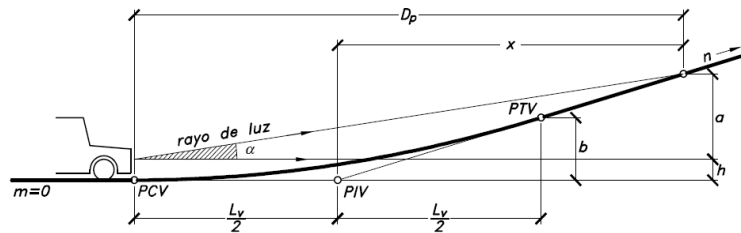
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	6.73%	0.0673
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  5 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -69.11 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0936 \\ \theta = 0.0174 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1872 \end{array} \right.$$

$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \right. \quad L_{min} = 18$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18$  m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV45
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.10%		

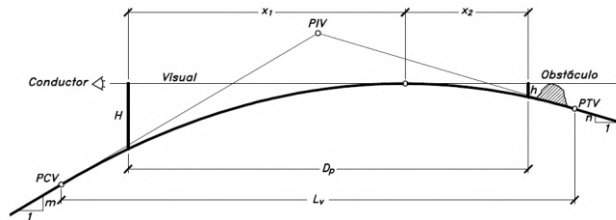
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	8.47%	0.0847
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	6.37%	0.0637
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	2.10%	0.021

**Distancia de frenado:**

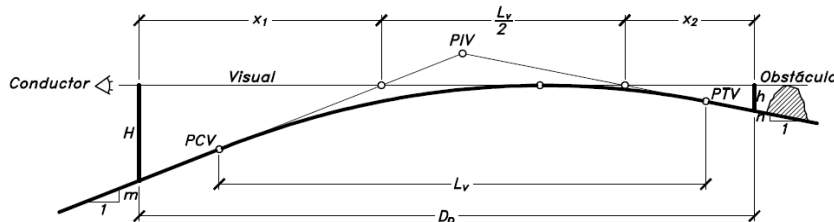
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	8.47%	0.0847
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  3 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -165.78 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0946 \\ \theta = 0.021 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1891 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$



VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV46
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	3.73%		

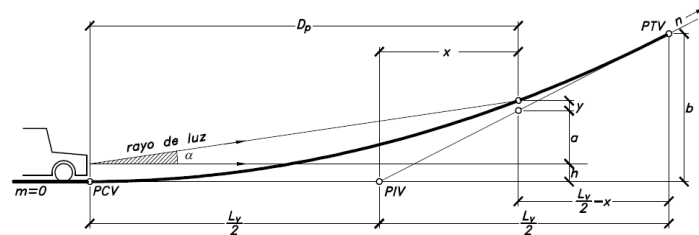
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	6.37%	0.0637
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	10.10%	0.101
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	3.73%	0.0373

**Distancia de frenado:**

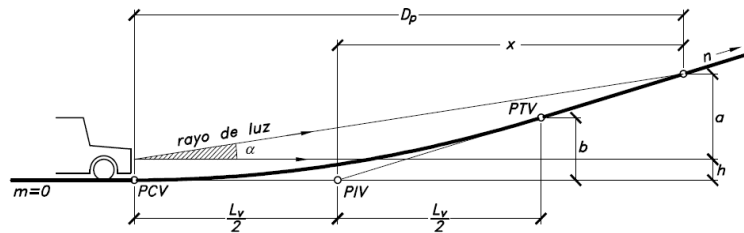
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	6.37%	0.0637
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  11 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -6.64 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0934 \\ \theta = 0.0373 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1867 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  18 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV47
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	3.13%		

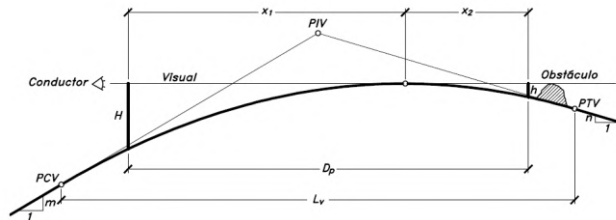
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	10.10%	0.101
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	6.97%	0.0697
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	3.13%	0.0313

**Distancia de frenado:**

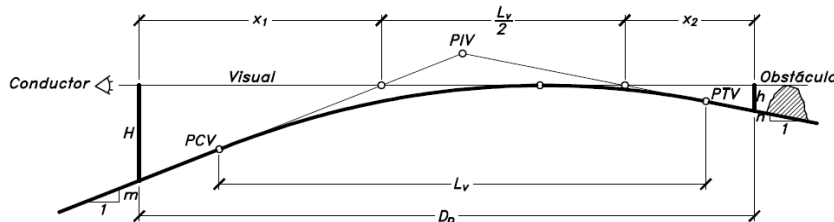
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	10.10%	0.101
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	23

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  4 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -96.07 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0955 \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1909 \end{array} \right. \quad \theta = 0.0313 \rightarrow L_{min} = \text{Sigiente}$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \rightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV48
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	2.17%		

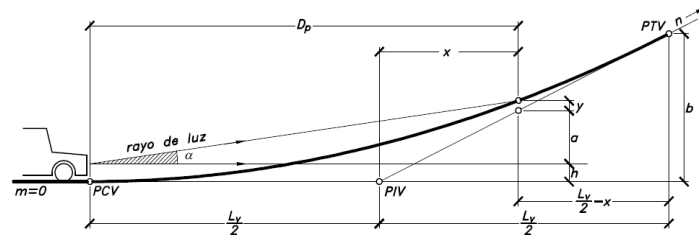
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	6.97%	0.0697
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	9.14%	0.0914
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	2.17%	0.0217

**Distancia de frenado:**

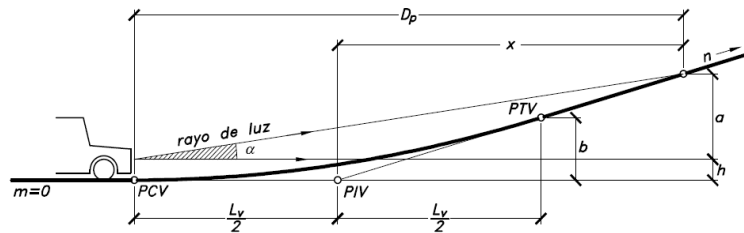
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	6.97%	0.0697
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  6 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -45.94 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0937 \\ \theta = 0.0217 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1874 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV49
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	1.87%		

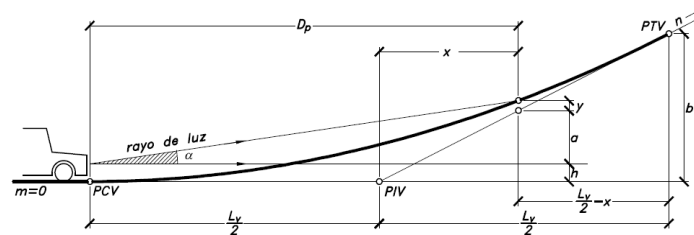
**Curvas verticales cóncavas:**

Angulo de abertura del haz luminoso	$\alpha =$	1 °	
Altura focos del vehículo	$h =$	0.6	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	9.14%	0.0914
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	11.01%	0.1101
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	1.87%	0.0187

**Distancia de frenado:**

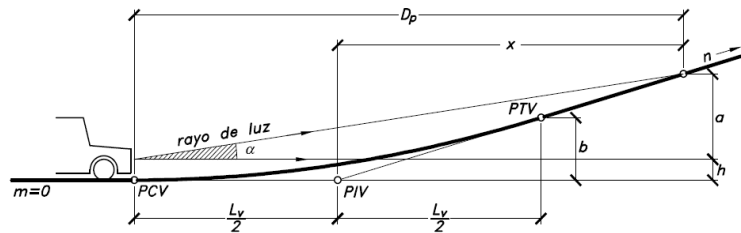
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	9.14%	0.0914
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}$  5 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(h + D_p \text{sen} \alpha)}{\theta}$  -61.02 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$   $L_{min} =$  30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0949 \\ \theta = 0.0187 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1899 \end{array} \right.$$

$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \right. \quad L_{min} = 18$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v =$  18 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV50
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	3.37%		

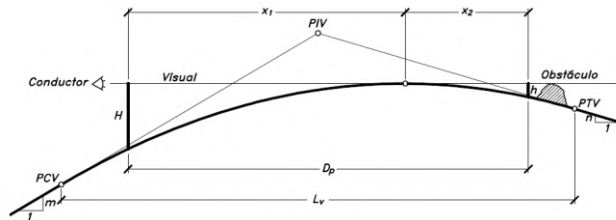
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	h1 =	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	h2 =	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	m =	11.01%	0.1101
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	n =	7.64%	0.0764
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta = lm-nl =$	3.37%	0.0337

**Distancia de frenado:**

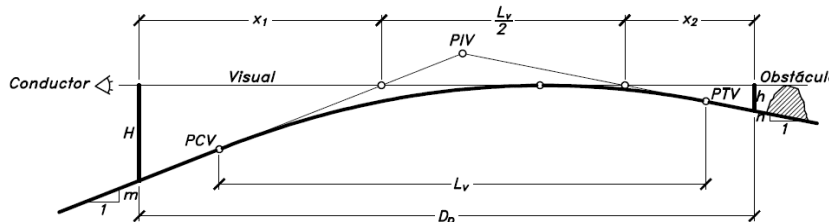
Velocidad de proyecto (Vp o V*), en Km/hr.	V =	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	t =	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	f1 =	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	i =	11.01%	0.1101
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f1 \pm i)}$	Dp =	23

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$  4 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}{\theta}$  -86.12 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr)$        $L_{min} =$       30 m

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0959 \\ \theta = 0.0337 \longrightarrow L_{min} = \text{Siguinte} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1919 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**       $L_v =$       18 m

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CV51
LONGITUD DE CURVA VERTICAL	18	m	
DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES	7.44%		

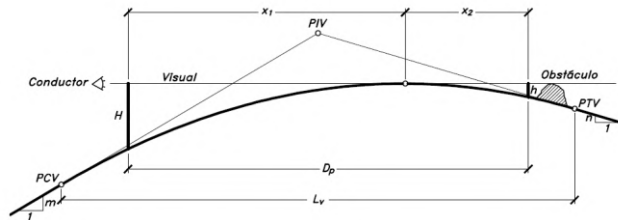
**Curvas verticales convexas:**

Altura ojos del conductor, en m.	$h_1 =$	1.1	
Altura obstáculo fijo, en m	$h_2 =$	0.2	
Pendiente de entrada a la CV, en decimal.	$m =$	7.64%	0.0764
Pendiente de salida a la CV, en decimal.	$n =$	0.20%	0.002
Diferencia algebraica de pendientes	$\Theta =  m-n  =$	7.44%	0.0744

**Distancia de frenado:**

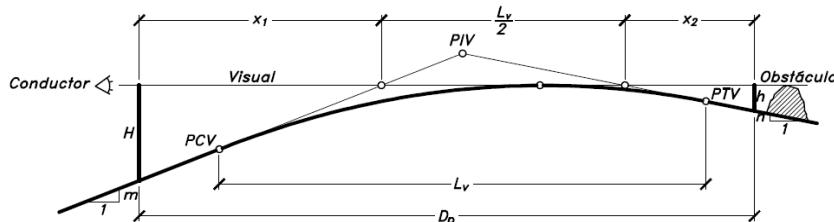
Velocidad de proyecto ( $V_p$ o $V^*$ ), en Km/hr.	$V =$	30	
Tiempo de percepción + Reacción, en seg.	$t =$	2	
Coefficiente de roce rodante, pavimento húmedo.	$f_1 =$	0.42	
Pendiente longitudinal, en m/m	$i =$	7.64%	0.0764
Distancia de frenado, en m.	$D_p = \frac{Vt}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 \pm i)}$	$D_p =$	24

**Caso 1:**  $D_p < L_{min} = L_v$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = \frac{\theta D_p^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$  9 FALSO

**Caso 2:**  $L_{min} = L_v < D_p$



Longitud mínima de curva vertical, en m.  $L_{min} = 2D_p - \frac{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{\theta}$  -12.55 OK

**Longitud mínima por comodidad y estética:**

La longitud mínima debe ser igual o mayor a la velocidad de proyecto en km/hra.

$$L_{min} (m) \geq V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 30 \text{ m}$$

**Situaciones en que se puede aceptar valores de  $L_{min} = L_v < V_p$ :**

$$\frac{2.24}{D_p} \leq \theta \leq \frac{4.48}{D_p} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2.24}{D_p} = 0.0941 \\ \theta = 0.0744 \longrightarrow L_{min} = \text{Sigiente} \\ \frac{4.48}{D_p} = 0.1882 \end{array} \right.$$

$$\theta < \frac{2.24}{D_p} \left\{ \longrightarrow L_{min} (m) \geq 0.6V_p (Km/hr) \quad L_{min} = 18 \right.$$

**Longitud de curva vertical de diseño**  $L_v = 18 \text{ m}$

## SECCIÓN TRANSVERSAL.

### 1. Ancho de plataforma

El ancho de los carriles de circulación proviene, generalmente, de adicionar el ancho del vehículo tipo de proyecto adoptado o ancho de seguridad. Ese ancho de seguridad depende de la velocidad directriz, de la categoría del tramo de carretera y de que la calzada tenga uno o ambos sentidos de circulación.

Con la anterior premisa para proyecto la categoría de la vía, es camino en desarrollo con una velocidad de proyecto de 30 km/hr entrando a la tabla 3.1-1 del manual de diseño geométrico de la A.B.C. se define el ancho total de plataforma en 6 m, con dos carriles de 2.5 m, y con bermas de 0.5 m.

### 2. Pendiente transversal de la calzada.

La inclinación mínima o bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura y de la intensidad de lluvia de una hora de duración, con periodo de retorno de 10 años.

La pendiente trasversal de la calzada se adopta según el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1: Bombeos de la calzada [%].

Tipo de superficie	Pendiente transversal	
	$(I_{10}) \leq 15.0$ mm/hr	$(I_{10}) \geq 15.0$ mm/hr
Pav. De hormigón o asfalto	2.0	2.5
Tratamiento superficial	3.0	3.5
Tierra, grava, chancado	3.0 -3.5	3.5 - 4.0

Fuente: Manual de diseño geométrico A.B.C.

Del cuadro N°10 del estudio hidrológico (ver anexos), la intensidad para una duración de una hora con periodo de retorno de 10 años es de 0.7 mm/min (42mm/hra). Por lo tanto, la pendiente del bombeo será de 2.5% según cuadro N°1.

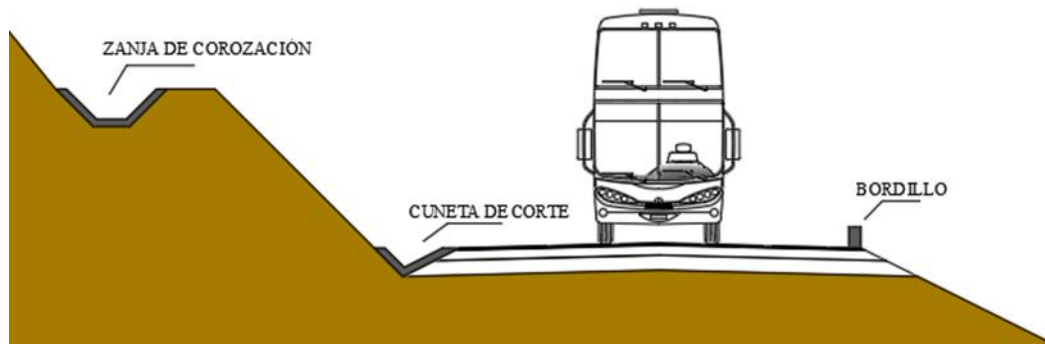
### 3. Costados de camino

#### 3.1. Sección cunetas

Las cunetas son zanjas longitudinales ubicadas a ambos lados de la carretera o, en su defecto, a un solo lado, revestidas o no revestidas, con el objeto de captar, conducir, y evacuar en forma adecuada los flujos de agua superficial.

La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, o rectangular; en la práctica, la cuneta triangular es la más usada.

Figura N° 1: Sección transversal típica de una carretera



Fuente: Apuntes del ing. Limberth Campos Barrera.

El talud interior ( $Z_1$  H: 1V) de una cuneta está en función de la velocidad de proyecto asumido y el volumen de tráfico de la carretera, como se indica en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2: Valores de diseño de talud interior  $Z_1$

Valores de diseño de talud interior $Z_1$		
Velocidad de diseño (km/hr)	Tráfico promedio diario (número de vehículos día)	
	$\leq 750$	$> 750$
$\leq 70$	2:1*	3:1
	3:1	3:1
$>70$	3:1	4:1

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones, Perú



Las dimensiones mínimas a considerar para las cunetas, está en función al clima, como se muestra en el cuadro N° 3.

Cuadro N° 3: Dimensiones mínimas de cunetas de sección triangular

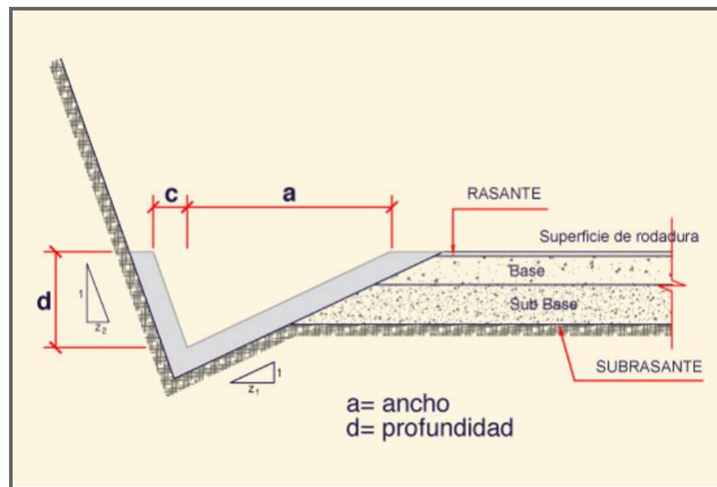
Dimensiones mínimas de cunetas de sección triangular			
Clima	Precipitación media anual (mm)	Profundidad d (m)	Ancho a (m)
Árido	$P \leq 400$	0.2	0.5
Semiárido a subhúmedo	$400 < P \leq 1600$	0.3	0.75
húmedo	$1600 < P \leq 3200$	0.4	1.2
Híper húmedo	$P > 3200$	0.3*	1.2

\*sección trapezoidal, con ancho de fondo b = 0.3 m como mínimo

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones, Perú

El ancho “a” se mide desde el borde de la cuneta adyacente a la plataforma, hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad “d” se mide verticalmente desde el nivel del borde de la rasante hasta el fondo o vértice de la cuneta triangular.

Figura N° 2: Sección típica de una cuneta triangular.



Fuente: Drenaje de carreteras, Victor Miguel Ponce

Según recomendaciones indicadas el talud interior de la cuneta tomara la relación de 2H:1V, debido a que la velocidad de proyecto es de 30 km/hora y el tráfico vehicular diario es menor a 750 vehículos/día. Como se muestra en el cuadro N° 2.

El talud exterior  $Z_2$  usualmente sigue la inclinación del talud del corte adyacente.

Las dimensiones mínimas de las cunetas al estar en función del clima, se toma como estación base la estación meteorológica de Yesera Norte con 42 años de registro de datos de precipitación anual (cuadro N° 4), obteniendo del mismo una precipitación media anual de 659 mm. Con este valor el tipo de clima del tramo en estudio se caracteriza como semiárido a sub húmedo, como se muestra en el cuadro N° 3. Y de esta manera se lograría a definir que las dimensiones mínimas de las cunetas tendrían un ancho mínimo  $a= 0.75$  m y la profundidad mínima  $d=0.3$  m.

Cuadro N° 4: Precipitación anual, Estación Yesera Norte

N°	Precipitación anual (mm)	N°	Precipitación anual (mm)	N°	Precipitación anual (mm)
1	728.7	15	669	29	717.5
2	755.2	16	469.5	30	933.8
3	752.8	17	597	31	603.5
4	566.9	18	678	32	525
5	875.2	19	616.5	33	665.5
6	707.8	20	494.5	34	621.6
7	403.1	21	652.5	35	713.3
8	986.9	22	632.5	36	592.5
9	716.7	23	603	37	786.2
10	820.3	24	505.5	38	594
11	599.1	25	684.2	39	551.7
12	693	26	561.1	40	716.6
13	620.5	27	693.8	41	598.8
14	597	28	737	42	662

Fuente: Senamhi, Tarija

### 3.2. Sección taludes

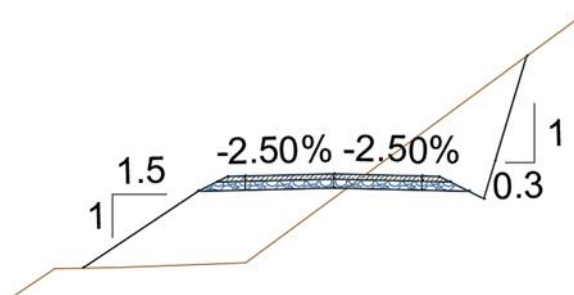
Los objetivos de los cortes y rellenos comunes en caminos son: crear espacio para el camino; para balancear las cantidades de materiales de corte y de relleno; permanecer estables con el paso del tiempo; no ser causa de la formación de sedimentos; y minimizar los costos a largo plazo.

Con la premisa indicada consideramos en lo posible, mantener sus taludes actuales que permanecen estables, este talud en corte es 0.3 en horizontal y 1 en vertical, y para terraplenes 1.5 en horizontal y 1 en vertical.

#### 4. Secciones transversales representativa

Por lo indicado en secciones anteriores, el tipo de sección transversal que conformara el camino se muestra en la siguiente figura y cuadro.

Figura N° 3: Sección transversal



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5: Dimensiones de sección transversal

Descripción	Parámetro
Ancho de pista	2.5 m
Ancho de berma	0.5 m
Ancho total plataforma	6.0 m
Espesor de capa base	0.15 m
Espesor de capa sub base	0.25 m
Pendiente transversal	2.5 %
Talud de relleno	1V: 1.5H
Talud de corte	1V: 0.3H
Talud interior de cuneta (Z1)	1V:2H
Talud exterior de cuneta (Z2)	1V:0.3H
Espesor de hormigón de cunetas	0.1 m
Ancho <b>a</b> (parámetro de cuneta)	0.85 m
Profundidad <b>d</b> (parámetro de cuneta)	0.4 m

Fuente: Elaboración propia

# MOVIMIENTO DE TIERRAS

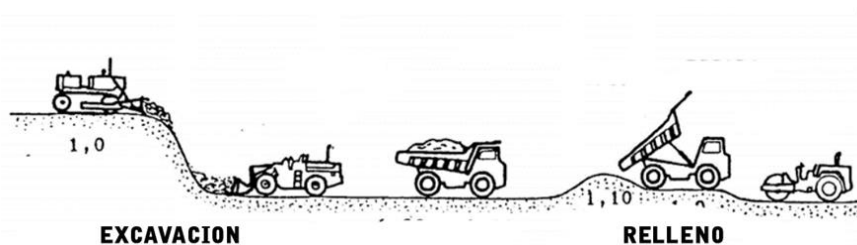
## 1. Introducción

Se entiende por movimiento de tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de movimiento se desarrollará de forma mecánica y para lograr esto se desarrollará en base al diagrama curva masa el cual nos ayudará a definir la distancia de libre acarreo, excedente de terraplén, excedente de corte, exceso de transporte, sobrante o faltante, distancia económica de transporte.

## 2. Concepto de diagrama de masas.

Curva de masa o diagrama de masa, es el estudio de la distribución, y movimiento de las cantidades de corte y de relleno.

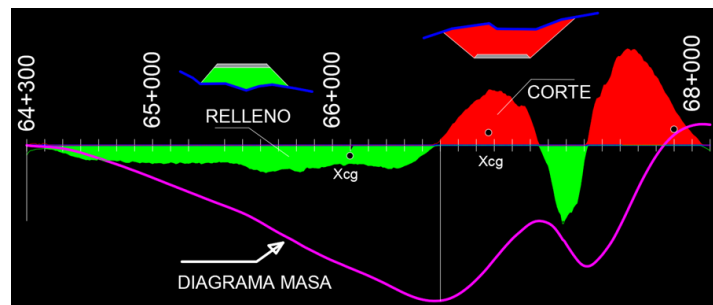
Imagen N° 1. Volumen aparente en movimiento de tierras



Fuente: Manual de movimiento de tierras, Juan Ch & Andrés

Es un diagrama en la cual las ordenadas representan los volúmenes acumulados de cortes y rellenos, y las abscisas las progresivas.

Imagen N° 2. Esquema de diagrama masa



Fuente: Elaboración propia

## 2.1. Objetivos del diagrama de masas

El objetivo del diagrama de masas es de cuantificar y distribuir los materiales de corte y relleno en movimiento de tierras.

Los objetivos específicos de una curva masa son los siguientes:

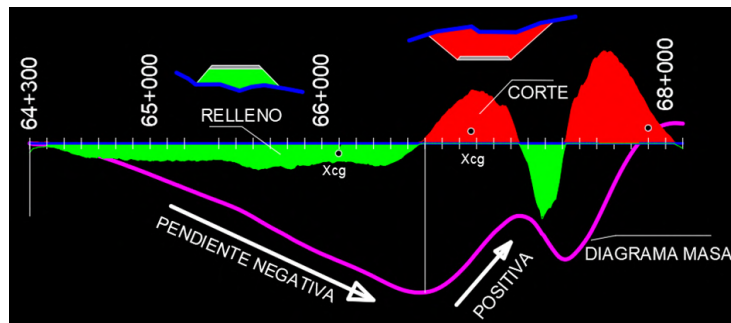
- Compensar volúmenes de corte a relleno (Mediante una línea de compensación)
- Fijar el sentido de los movimientos del material
- Fijar los límites del acarreo libre (Es el transporte sin costo)
- Calcular las distancias de sobre acarreo (Es el transporte con costo)
- Calcular los volúmenes de Bancos de préstamos y desperdicios.

## 2.2. Propiedades del diagrama de masas

En pendientes positivas indica que existe corte.

En pendientes negativas indica que existe relleno.

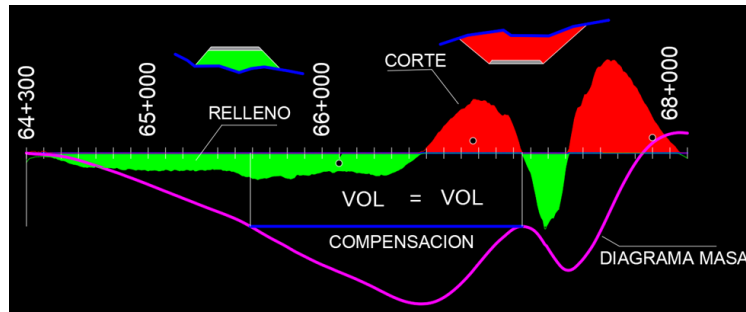
Imagen N° 3. Propiedades del diagrama masa



Fuente: Elaboración propia

Cualquier línea horizontal que intercepta a la curva de diagrama de masas indica que existe la misma cantidad de volumen de corte y de relleno, se denomina línea de compensación.

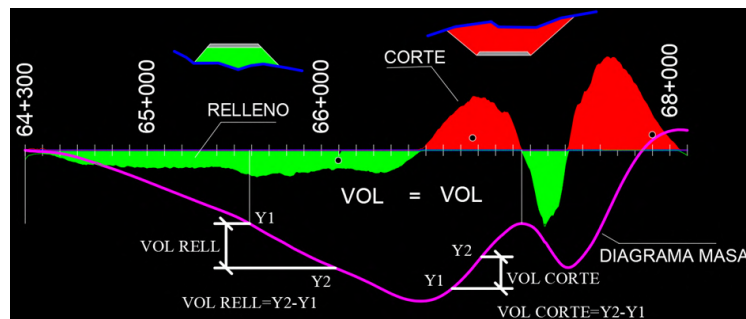
Imagen N° 4. Línea de compensación del diagrama masa



Fuente: Elaboración propia

La diferencia de cotas entre dos puntos representa el volumen de corte si la pendiente es positiva, y rellenos si la pendiente es negativa.

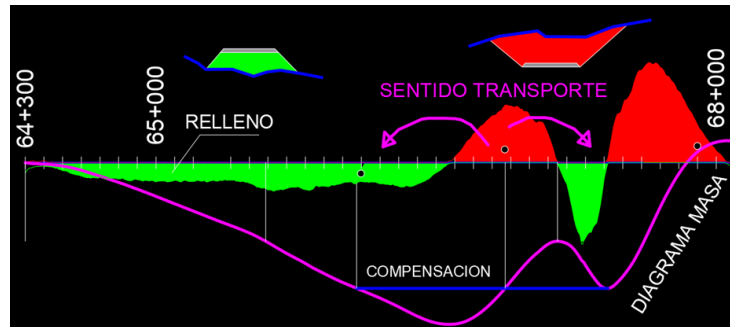
Imagen N° 5. Cotas de volúmenes del diagrama masa



Fuente: Elaboración propia

En sectores donde la curva masa está sobre la línea de compensación el transporte será ascendente de izquierda a derecha y si está bajo la línea de compensación el sentido del transporte será descendente de derecha a izquierda.

Imagen N° 6. Dirección de movimiento de tierras en el diagrama masa



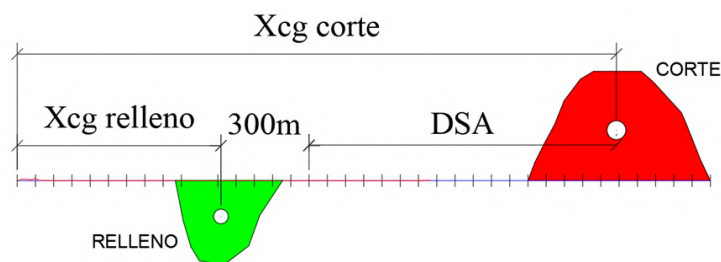
Fuente: Elaboración propia

### 3. Distancia de libre acarreo (DLA)

Es la distancia que se adopta en el diseño de una carretera, en la cual los volúmenes del material de corte no son transportados a los terraplenes utilizando volquetas, sino acarreado material con el mismo equipo pesado, esta distancia libre de acarreo es un volumen que no se considera para pago. Con lo mencionado adoptamos como distancia de libre acarreo de 300 metros y al volumen que se encuentra dentro esta distancia lo denominaremos volumen compensado.

### 4. Distancia de sobre acarreo

Imagen N° 7. Esquema para deducir la distancia de sobre acarreo



Fuente: Elaboración propia

De la imagen se puede deducir la siguiente expresión matemática:

$$DSA = (X_{cg} \text{ corte} - X_{cg} \text{ relleno}) - 300m$$

Donde:

DSA = Distancia de sobre acarreo.

X<sub>cg</sub> corte = Centro de gravedad de corte.

X<sub>cg</sub> relleno = Centro de gravedad de relleno.

El sobre acarreo se mide en unidades de [m<sup>3</sup>\*km], esto quiere decir que el sobre acarreo es la multiplicación del volumen del material por la distancia de sobre acarreo.

La expresión de sobre acarreo (SA), es:

$$SA = DSA * VOL.$$

## **5. Excedente de terraplén**

Considerando que los volúmenes están fuera de la distancia libre de acarreo, son excedentes cuando el diagrama masa tiene una dirección descendente y es considerada como excedente de terraplén, cuyo valor se obtiene directamente en el diagrama de los volúmenes acumulados.

## **6. Excedente de corte**

Todos los volúmenes que están fuera de la distancia libre de acarreo son excedentes, que deben ser considerados como volúmenes a transportarse del corte al terraplén, considerando volúmenes que requiere el terraplén para su conformación. En el caso de excedente de corte se identifica en el diagrama curva masa en la parte ascendente. Su determinación numérica se realiza directamente en la gráfica a la escala volumétrica.

## **7. Exceso de transporte**

Los sectores del diagrama que tienen excedentes de corte, ese material tiene dos posibilidades de ser transportados. 1) transportar a un sector de terraplén 2) transportar a un sector de buzón.



En el diseño geométrico se considera todos los cortes prioritariamente deben cubrir volúmenes de terraplén, desde el punto de vista constructivo y también depende de otros factores como la calidad de los materiales.

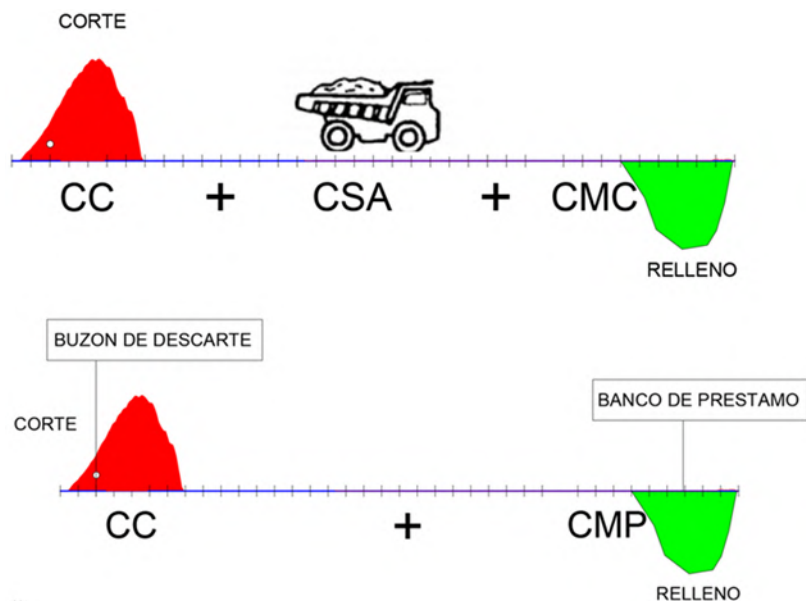
### 8. Sobrante o faltante

Al final del diagrama masa el último punto puede quedar por encima de la línea de balance, siendo en ese caso un sobrante de material de corte. O puede quedar por debajo de la línea de balance, en cuyo caso se convierte en un faltante de material.

### 9. Distancia económica de transporte

Como el diagrama masa permite determinar los excesos de transporte es importante definir cuando es conveniente transportar los volúmenes de corte a terraplén en comparación de traer material compensado desde un material de préstamo al terraplén, para ello se define la distancia económica de transporte que es aquella que se toma como referencia, para validar los excesos de transporte.

Imagen N° 8. Esquema para deducir la distancia de sobre acarreo



Fuente: Elaboración propia

Si el material de corte es bueno, el objetivo del ingeniero debe tener la tendencia a que todo el material de corte entre al terraplén.

Si el material es malo, llevar a terrenos como ser a buzones. El buzón elige el ingeniero ambiental.

La distancia económica sirve para evaluar si es conveniente transportar el material.

La expresión matemática para deducir la distancia de acarreo económico, es:

$$CC + CSA*(DAE - DLA) + CMC = CC + CMP$$

$$DAE = (CMP-CMC) / CSA + DLA$$

Donde:

CC = Costo de corte, en Bs/m<sup>3</sup>.

CSA = Costo de sobre acarreo, en Bs/(m<sup>3</sup>\*km.)

CMC = Costo relleno con material de corte, en Bs/m<sup>3</sup>.

CMP = Costo relleno con material de préstamo, en Bs/m<sup>3</sup>.

DLA = Distancia de libre acarreo, en km.

DAE = Distancia de acarreo económico, en Km.

## **10. Distancia máxima de sobre acarreo**

La distancia máxima de sobre acarreo se consideró de 1800 metros. En base a esta distancia podremos hacer la distribución de suelos, el mismo estará reflejado en un plano de diagrama de curva masa. Para la distribución de tierras se considera que, en todo el tramo, los cortes presentan suelos de buenas condiciones para hacer los terraplenes.

### **10.1. Movimientos de tierras**

#### **10.1.1. Diagrama curva masa**

Los volúmenes que se muestran en el siguiente cuadro son determinados con la ayuda del AutoCAD Civil 3D y a partir del mismo es posible determinar el diagrama curva masa como se muestra en la imagen.

Al realizar movimientos de tierras resulta que el suelo natural tiende a expandirse y en terraplenes tiende a comprimirse, por tal razón al volumen de terraplén es afectado por el factor de 1.1.

Cuadro N° 1. Diagrama curva masa, Carlazo Centro-Carlazo Este

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
0+000	3.95	0.31	0	0	0
0+020	34.57	0	385.2	3.41	381.79
0+040	25.25	0	598.2	0	979.99
0+060	15.79	0	410.4	0	1390.39
0+080	7.43	0.2	232.2	2	1620.59
0+100	2.68	0.08	101.1	2.8	1718.89
0+120	2.83	0.08	55.1	1.6	1772.39
0+140	2.16	0.33	49.9	4.1	1818.19
0+160	2.96	0.05	51.2	3.8	1865.59
0+180	2.42	0.11	53.8	1.6	1917.79
0+200	1.88	0.24	43	3.5	1957.29
0+220	1.45	0.4	33.3	6.4	1984.19
0+240	0.91	0.41	23.6	8.1	1999.69
0+260	0.71	1.22	16.2	16.3	1999.59
0+280	1.09	4.31	18	55.3	1962.29
0+290	1.51	4.2	13	42.55	1932.74
0+300	2.91	2.76	22.1	34.8	1920.04
0+310	4.01	1.9	34.6	23.3	1931.34
0+320	3.26	0.77	36.35	13.35	1954.34
0+340	2.21	0.32	54.7	10.9	1998.14
0+360	1.84	0.54	40.5	8.6	2030.04
0+380	1.62	0.4	34.6	9.4	2055.24
0+400	0.26	1.14	18.8	15.4	2058.64
0+420	0	3.08	2.6	42.2	2019.04
0+440	0	5.1	0	81.8	1937.24
0+460	0.3	1.19	3	62.9	1877.34
0+480	0.45	0.42	7.5	16.1	1868.74
0+500	1.55	1.06	20	14.8	1873.94
0+520	2.09	0.97	36.4	20.3	1890.04
0+530	2.48	0.87	22.85	9.2	1903.69
0+540	1.62	0.97	20.5	9.2	1914.99
0+550	0.07	1.97	8.45	14.7	1908.74
0+560	0	2.55	0.35	22.6	1886.49
0+580	0	2.11	0	46.6	1839.89

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
0+600	0.47	0.57	4.7	26.8	1817.79
0+620	0.9	0.33	13.7	9	1822.49
0+640	0.41	1.14	13.1	14.7	1820.89
0+660	0.6	0.87	10.1	20.1	1810.89
0+680	0	2.86	6	37.3	1779.59
0+700	0	3.41	0	62.7	1716.89
0+720	0	3.72	0	71.3	1645.59
0+740	0.08	2.13	0.8	58.5	1587.89
0+760	3.16	0.69	32.4	28.2	1592.09
0+770	3.93	0.08	35.45	3.85	1623.69
0+780	2.69	0.25	33.1	1.65	1655.14
0+800	0.24	1.01	29.3	12.6	1671.84
0+820	2.58	0.61	28.2	16.2	1683.84
0+840	4.76	0.17	73.4	7.8	1749.44
0+860	4.97	0.25	97.3	4.2	1842.54
0+880	0	30.03	49.7	302.8	1589.44
0+900	0	62.69	0	927.2	662.24
0+920	27.69	0.31	276.9	630	309.14
0+930	26.99	0	273.4	1.55	580.99
0+940	24.4	0	256.95	0	837.94
0+950	6.78	0.87	155.9	4.35	989.49
0+960	0	18.62	33.9	97.45	925.94
0+980	0.43	5.92	4.3	245.4	684.84
1+000	8.94	0.04	93.7	59.6	718.94
1+020	3.32	1.94	122.6	19.8	821.74
1+040	1.72	5.91	50.4	78.5	793.64
1+060	2.04	2.97	37.6	88.8	742.44
1+080	0.64	3.23	26.8	62	707.24
1+100	0.92	1.87	15.6	51	671.84
1+120	0.4	1.69	13.2	35.6	649.44
1+140	3.2	0.72	36	24.1	661.34
1+160	5.21	1.48	84.1	22	723.44
1+180	4.89	0.54	101	20.2	804.24
1+200	3.64	1.03	85.3	15.7	873.84
1+220	2.91	2.08	65.5	31.1	908.24
1+230	1.91	2.39	24.1	22.35	909.99
1+240	0.55	2.7	12.3	25.45	896.84
1+250	0	4.01	2.75	33.55	866.04
1+260	0	3.21	0	36.1	829.94
1+280	0.78	0.55	7.8	37.6	800.14
1+300	2.24	0	30.2	5.5	824.84

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
1+320	1.44	0.85	36.8	8.5	853.14
1+340	2.28	5.66	37.2	65.1	825.24
1+350	2.08	9.37	21.8	75.15	771.89
1+360	2.82	7.91	24.5	86.4	709.99
1+370	3.29	6.2	30.55	70.55	669.99
1+380	7.16	1.33	52.25	37.65	684.59
1+400	9.88	0	170.4	13.3	841.69
1+420	5.72	0.04	156	0.4	997.29
1+440	3.19	0.42	89.1	4.6	1081.79
1+460	4.68	0.08	78.7	5	1155.49
1+480	4.96	0.04	96.4	1.2	1250.69
1+500	5.09	0.91	100.5	9.5	1341.69
1+510	5.09	0.77	50.9	8.4	1384.19
1+520	10.93	0.06	80.1	4.15	1460.14
1+540	25.41	0	363.4	0.6	1822.94
1+560	38.62	0	640.3	0	2463.24
1+580	52.07	0	906.9	0	3370.14
1+590	52.2	0	521.35	0	3891.49
1+600	44.36	0	482.8	0	4374.29
1+620	14.82	0.99	591.8	9.9	4956.19
1+630	0	0	74.1	4.95	5025.34
1+640	0	0	0	0	5025.34
1+660	0	0	0	0	5025.34
1+670	0	78.17	0	390.85	4634.49
1+680	0	49.16	0	636.65	3997.84
1+700	0	52.76	0	1019.2	2978.64
1+720	0	25.29	0	780.5	2198.14
1+740	0	37.38	0	626.7	1571.44
1+760	0	53.7	0	910.8	660.64
1+780	0	18.12	0	718.2	-57.56
1+800	43.65	0	436.5	181.2	197.74
1+810	51.16	0	474.05	0	671.79
1+820	46.03	0	485.95	0	1157.74
1+840	28.41	0	744.4	0	1902.14
1+860	19.81	0	482.2	0	2384.34
1+880	12.88	0	326.9	0	2711.24
1+900	6.45	0.02	193.3	0.2	2904.34
1+920	1.64	0.74	80.9	7.6	2977.64
1+940	0	0.48	16.4	12.2	2981.84
1+960	1.36	0.25	13.6	7.3	2988.14
1+980	0.08	2.21	14.4	24.6	2977.94

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
2+000	0.09	1.06	1.7	32.7	2946.94
2+020	6.41	0.99	65	20.5	2991.44
2+040	0.12	1.08	65.3	20.7	3036.04
2+060	0.96	1.39	10.8	24.7	3022.14
2+070	0.35	2.49	6.55	19.4	3009.29
2+080	1.71	1.43	10.3	19.6	2999.99
2+090	0.24	1.85	9.75	16.4	2993.34
2+100	0	6.32	1.2	40.85	2953.69
2+120	0.89	4.03	8.9	103.5	2859.09
2+140	1.46	4.08	23.5	81.1	2801.49
2+160	1.91	3.19	33.7	72.7	2762.49
2+180	1.54	4.12	34.5	73.1	2723.89
2+200	1.91	3.57	34.5	76.9	2681.49
2+220	0	1.24	19.1	48.1	2652.49
2+240	4.05	1.43	40.5	26.7	2666.29
2+260	3.41	2.73	74.6	41.6	2699.29
2+270	3.18	2.83	32.95	27.8	2704.44
2+280	3.75	2.78	34.65	28.05	2711.04
2+290	5.31	1.99	45.3	23.85	2732.49
2+300	6.64	5.54	59.75	37.65	2754.59
2+310	5.28	15.69	59.6	106.15	2708.04
2+320	2.05	16.84	36.65	162.65	2582.04
2+330	0.21	13.83	11.3	153.35	2439.99
2+340	0.36	16.62	2.85	152.25	2290.59
2+350	1.17	15.95	7.65	162.85	2135.39
2+360	0	15.71	5.85	158.3	1982.94
2+370	2.15	12.3	10.75	140.05	1853.64
2+380	10.1	6.91	61.25	96.05	1818.84
2+390	28.31	2.32	192.05	46.15	1964.74
2+400	31.06	0.17	296.85	12.45	2249.14
2+410	22.96	0.92	270.1	5.45	2513.79
2+420	9.32	0.6	161.4	7.6	2667.59
2+430	0.22	1.4	47.7	10	2705.29
2+440	0.16	1.6	1.9	15	2692.19
2+450	0.05	1.8	1.05	17	2676.24
2+460	0	1.72	0.25	17.6	2658.89
2+470	0	2.83	0	22.75	2636.14
2+480	0	3.61	0	32.2	2603.94
2+500	0	2.23	0	58.4	2545.54
2+520	0	1.28	0	35.1	2510.44
2+540	0.38	0.86	3.8	21.4	2492.84

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
2+560	1.55	0.67	19.3	15.3	2496.84
2+580	0.74	1.6	22.9	22.7	2497.04
2+590	0.18	3.58	4.6	25.9	2475.74
2+600	0	4.85	0.9	42.15	2434.49
2+620	0	3.02	0	78.7	2355.79
2+640	0	1.61	0	46.3	2309.49
2+660	0.26	0.7	2.6	23.1	2288.99
2+680	0.68	2.06	9.4	27.6	2270.79
2+700	0	9.56	6.8	116.2	2161.39
2+720	0	19.08	0	286.4	1874.99
2+740	0	13.2	0	322.8	1552.19
2+760	0	5.89	0	190.9	1361.29
2+780	0.43	1.13	4.3	70.2	1295.39
2+800	5.05	0.16	54.8	12.9	1337.29
2+820	8.12	0	131.7	1.6	1467.39
2+840	8.92	0	170.4	0	1637.79
2+860	7.92	0.01	168.4	0.1	1806.09
2+880	9.34	0	172.6	0.1	1978.59
2+900	2.1	0.77	114.4	7.7	2085.29
2+920	0	2.9	21	36.7	2069.59
2+930	0	2.88	0	28.9	2040.69
2+940	0.73	3.12	3.65	30	2014.34
2+950	1.26	3.7	9.95	34.1	1990.19
2+960	0	2.66	6.3	31.8	1964.69
2+970	0	5.41	0	40.35	1924.34
2+980	0	14.89	0	101.5	1822.84
2+990	0	16.52	0	157.05	1665.79
3+000	0	21.48	0	190	1475.79
3+020	0.08	9.14	0.8	306.2	1170.39
3+040	1.66	1.84	17.4	109.8	1077.99
3+060	3.96	0.75	56.2	25.9	1108.29
3+080	7.75	0.07	117.1	8.2	1217.19
3+090	8.33	0.81	80.4	4.4	1293.19
3+100	10.21	0.83	92.7	8.2	1377.69
3+110	9.29	1.18	97.5	10.05	1465.14
3+120	5.37	0.41	73.3	7.95	1530.49
3+130	1.02	3.57	31.95	19.9	1542.54
3+140	0	7.58	5.1	55.75	1491.89
3+150	0	9.44	0	85.1	1406.79
3+160	0	8	0	87.2	1319.59
3+170	0	5.87	0	69.35	1250.24

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
3+180	0	5.51	0	56.9	1193.34
3+190	0	5.49	0	55	1138.34
3+200	0.88	3.24	4.4	43.65	1099.09
3+210	1.26	3.01	10.7	31.25	1078.54
3+220	0.48	3.92	8.7	34.65	1052.59
3+230	0.85	3.11	6.65	35.15	1024.09
3+240	1.1	2.49	9.75	28	1005.84
3+260	13.1	0.35	142	28.4	1119.44
3+280	24.1	0	372	3.5	1487.94
3+300	16.56	0.29	406.6	2.9	1891.64
3+310	2.52	0.42	95.4	3.55	1983.49
3+320	1.94	0.92	22.3	6.7	1999.09
3+330	3.82	0.28	28.8	6	2021.89
3+340	13.24	0	85.3	1.4	2105.79
3+360	13.24	0.07	264.8	0.7	2369.89
3+380	15.35	0.36	285.9	4.3	2651.49
3+400	15.09	1.87	304.4	22.3	2933.59
3+420	14.82	1.02	299.1	28.9	3203.79
3+430	13.12	8.63	139.7	48.25	3295.24
3+440	13.3	0.69	132.1	46.6	3380.74
3+450	20.01	7.43	166.55	40.6	3506.69
3+460	20.05	2	200.3	47.15	3659.84
3+470	24.47	0.09	222.6	10.45	3871.99
3+480	27.85	0	261.6	0.45	4133.14
3+500	13.95	0.69	418	6.9	4544.24
3+520	12.88	0.45	268.3	11.4	4801.14
3+540	8.36	3.67	212.4	41.2	4972.34
3+550	9.35	9.08	88.55	63.75	4997.14
3+560	0.36	21.18	48.55	151.3	4894.39
3+570	0	30.29	1.8	257.35	4638.84
3+580	0	19.56	0	249.25	4389.59
3+590	1.01	1.74	5.05	106.5	4288.14
3+600	12.53	0.3	67.7	10.2	4345.64
3+620	10.63	0.1	231.6	4	4573.24
3+640	6.56	0.48	171.9	5.8	4739.34
3+660	0.68	1.6	72.4	20.8	4790.94
3+680	0	1.25	6.8	28.5	4769.24
3+700	1.37	0.59	13.7	18.4	4764.54
3+720	1.31	0.51	26.8	11	4780.34
3+740	0.87	1.13	21.8	16.4	4785.74
3+760	0.56	2.33	14.3	34.6	4765.44



Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
3+770	0.74	2.03	6.5	21.8	4750.14
3+780	2.19	1.33	14.65	16.8	4747.99
3+790	3.36	0.53	27.75	9.3	4766.44
3+800	2.36	1.17	28.6	8.5	4786.54
3+810	0.58	0.27	14.7	7.2	4794.04
3+820	1.37	2.61	9.75	14.4	4789.39
3+830	1.75	11.27	15.6	69.4	4735.59
3+840	0.83	17.34	12.9	143.05	4605.44
3+850	0	10.69	4.15	140.15	4469.44
3+860	3.91	6.38	19.55	85.35	4403.64
3+870	22.39	3.12	131.5	47.5	4487.64
3+880	26.55	1.21	244.7	21.65	4710.69
3+900	8.57	1.32	351.2	25.3	5036.59
3+910	6.93	1.46	77.5	13.9	5100.19
3+920	9.16	2.86	80.45	21.6	5159.04
3+940	14.53	3.49	236.9	63.5	5332.44
3+960	14.28	4.26	288.1	77.5	5543.04
3+980	6.43	6.06	207.1	103.2	5646.94
4+000	3.51	7.56	99.4	136.2	5610.14
4+010	2.38	6.98	29.45	72.7	5566.89
4+020	14.43	3.13	84.05	50.55	5600.39
4+040	12.24	1.87	266.7	50	5817.09
4+060	10.74	3.95	229.8	58.2	5988.69
4+080	5.9	6.44	166.4	103.9	6051.19
4+100	2.65	5.66	85.5	121	6015.69
4+110	5.97	5.46	43.1	55.6	6003.19
4+120	5.59	7.11	57.8	62.85	5998.14
4+140	0.94	8.27	65.3	153.8	5909.64
4+160	2.78	9.95	37.2	182.2	5764.64
4+170	3.7	12.17	32.4	110.6	5686.44
4+180	3.64	11.74	36.7	119.55	5603.59
4+200	0.29	9.43	39.3	211.7	5431.19
4+220	1.47	7.09	17.6	165.2	5283.59
4+240	4.62	6.37	60.9	134.6	5209.89
4+260	2.83	8.68	74.5	150.5	5133.89
4+280	0.24	11.59	30.7	202.7	4961.89
4+290	1.04	10.52	6.4	110.55	4857.74
4+300	1.85	10.16	14.45	103.4	4768.79
4+310	1.04	6.73	14.45	84.45	4698.79
4+320	4.78	4.16	29.1	54.45	4673.44
4+330	0.23	7.16	25.05	56.6	4641.89

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
4+340	0	11.92	1.15	95.4	4547.64
4+350	0	11.12	0	115.2	4432.44
4+360	0	10.24	0	106.8	4325.64
4+370	0	10.75	0	104.95	4220.69
4+380	2.29	7.24	11.45	89.95	4142.19
4+390	11.89	3.29	70.9	52.65	4160.44
4+400	10.95	4.56	114.2	39.25	4235.39
4+410	5.78	6.89	83.65	57.25	4261.79
4+420	5	7.32	53.9	71.05	4244.64
4+430	8.07	4.95	65.35	61.35	4248.64
4+440	6.48	3.76	72.75	43.55	4277.84
4+460	15.92	2.4	224	61.6	4440.24
4+480	14.25	2.15	301.7	45.5	4696.44
4+500	13.75	2.38	280	45.3	4931.14
4+520	0	14.93	137.5	173.1	4895.54
4+530	0	9.68	0	123.05	4772.49
4+540	0	9.12	0	94	4678.49
4+550	8.23	3.48	41.15	63	4656.64
4+560	12.8	2.6	105.15	30.4	4731.39
4+580	11.88	1.84	246.8	44.4	4933.79
4+600	13.88	3.06	257.6	49	5142.39
4+620	9.42	7.51	233	105.7	5269.69
4+640	7.68	9.19	171	167	5273.69
4+660	18.64	4.18	263.2	133.7	5403.19
4+680	25.1	3.84	437.4	80.2	5760.39
4+700	11.36	10.04	364.6	138.8	5986.19
4+710	7.68	12.17	95.2	111.05	5970.34
4+720	12.1	7.84	98.9	100.05	5969.19
4+740	6.89	2.88	189.9	107.2	6051.89
4+760	5.47	0.11	123.6	29.9	6145.59
4+780	6.05	0.42	115.2	5.3	6255.49
4+790	4.2	0.47	51.25	4.45	6302.29
4+800	4.07	0.47	41.35	4.7	6338.94
4+810	3.92	0.54	39.95	5.05	6373.84
4+820	3.66	0.04	37.9	2.9	6408.84
4+830	9.05	0.34	63.55	1.9	6470.49
4+840	14.4	0.72	117.25	5.3	6582.44
4+850	17.6	0.59	160	6.55	6735.89
4+860	11.75	0.45	146.75	5.2	6877.44
4+870	17.62	1.93	146.85	11.9	7012.39
4+880	16.67	2.91	171.45	24.2	7159.64

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
4+890	26.91	2.99	217.9	29.5	7348.04
4+900	40.34	2.75	336.25	28.7	7655.59
4+910	36.06	1.42	382	20.85	8016.74
4+920	21.92	0.42	289.9	9.2	8297.44
4+930	14.9	5.38	184.1	29	8452.54
4+940	16.74	5.28	158.2	53.3	8557.44
4+950	17.56	6.48	171.5	58.8	8670.14
4+960	22.2	2.79	198.8	46.35	8822.59
4+970	31.74	0	269.7	13.95	9078.34
4+980	39.36	0	355.5	0	9433.84
4+990	42.91	0	411.35	0	9845.19
5+000	32.97	0	379.4	0	10224.59
5+010	28.65	0.13	308.1	0.65	10532.04
5+020	21.77	0.73	252.1	4.3	10779.84
5+030	17.48	0.04	196.25	3.85	10972.24
5+040	17.09	0.02	172.85	0.3	11144.79
5+050	15.39	0.18	162.4	1	11306.19
5+060	5.52	1.66	104.55	9.2	11401.54
5+070	3.38	2.71	44.5	21.85	11424.19
5+080	3.08	2.7	32.3	27.05	11429.44
5+090	4.17	2.11	36.25	24.05	11441.64
5+100	6.08	1.38	51.25	17.45	11475.44
5+110	3.68	1.17	48.8	12.75	11511.49
5+120	3.81	1.28	37.45	12.25	11536.69
5+130	3.09	0.88	34.5	10.8	11560.39
5+140	14.37	0.38	87.3	6.3	11641.39
5+150	12.1	0.58	132.35	4.8	11768.94
5+160	13.38	1.24	127.4	9.1	11887.24
5+170	9.64	2.92	115.1	20.8	11981.54
5+180	3.39	6.33	65.15	46.25	12000.44
5+200	4.46	5.46	78.5	117.9	11961.04
5+220	15.56	1.72	200.2	71.8	12089.44
5+230	18.37	0.68	169.65	12	12247.09
5+240	22.1	0.35	202.35	5.15	12444.29
5+250	16.82	0.89	194.6	6.2	12632.69
5+260	24.79	0.94	208.05	9.15	12831.59
5+270	16.7	2.02	207.45	14.8	13024.24
5+280	0.45	4.34	85.75	31.8	13078.19
5+290	7.98	3.58	42.15	39.6	13080.74
5+300	6.9	6.79	74.4	51.85	13103.29
5+310	8.4	5.84	76.5	63.15	13116.64

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
5+320	4.19	6.39	62.95	61.15	13118.44
5+330	3.18	1.55	36.85	39.7	13115.59
5+340	7.02	0.24	51	8.95	13157.64
5+350	13.08	0	100.5	1.2	13256.94
5+360	19.44	0	162.6	0	13419.54
5+370	25.64	0	225.4	0	13644.94
5+380	37.57	0	316.05	0	13960.99
5+390	34.03	0	358	0	14318.99
5+400	32.42	0	332.25	0	14651.24
5+410	37.77	0	350.95	0	15002.19
5+420	42.78	0	402.75	0	15404.94
5+430	31.22	0	370	0	15774.94
5+440	18.18	0	247	0	16021.94
5+450	18.8	0	184.9	0	16206.84
5+460	4.1	4.59	114.5	22.95	16298.39
5+470	14.62	11.7	93.6	81.45	16310.54
5+480	0	35.66	73.1	236.8	16146.84
5+495	0	0	0	267.45	15879.39
5+500	0	0	0	0	15879.39
5+507	0	125.32	0	438.62	15440.77
5+520	0	69.83	0	1268.475	14172.295
5+530	0	39.63	0	547.3	13624.995
5+540	0	19.5	0	295.65	13329.345
5+550	0.93	7.73	4.65	136.15	13197.845
5+560	3.14	13.4	20.35	105.65	13112.545
5+580	17.64	6.87	207.8	202.7	13117.645
5+600	35.53	2.37	531.7	92.4	13556.945
5+620	54.05	2.05	895.8	44.2	14408.545
5+630	42.2	3.96	481.25	30.05	14859.745
5+640	34.64	3.77	384.2	38.65	15205.295
5+660	18.05	4.85	526.9	86.2	15645.995
5+680	21.73	7.97	397.8	128.2	15915.595
5+690	16.15	10.57	189.4	92.7	16012.295
5+700	5.21	10.85	106.8	107.1	16011.995
5+710	6.67	8.24	59.4	95.45	15975.945
5+720	5.69	6.48	61.8	73.6	15964.145
5+730	5.73	4.57	57.1	55.25	15965.995
5+740	4.27	4.27	50	44.2	15971.795
5+760	3.78	3.62	80.5	78.9	15973.395
5+780	3.55	4.7	73.3	83.2	15963.495
5+800	1.97	8.5	55.2	132	15886.695

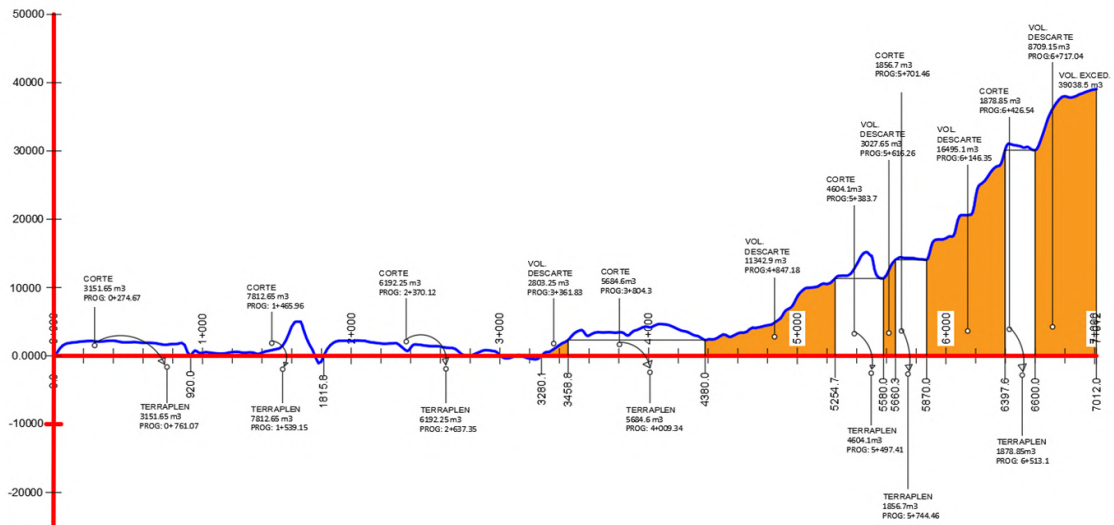
Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
5+820	4.18	3.21	61.5	117.1	15831.095
5+840	4.12	4.6	83	78.1	15835.995
5+860	0.11	4.73	42.3	93.3	15784.995
5+870	2.23	0.49	11.7	26.1	15770.595
5+880	50.15	0	261.9	2.45	16030.045
5+890	84.38	0	672.65	0	16702.695
5+900	79.7	0	820.4	0	17523.095
5+910	42.99	4.66	613.45	23.3	18113.245
5+920	19.66	5.71	313.25	51.85	18374.645
5+930	14.91	7.28	172.85	64.95	18482.545
5+940	10.95	7.83	129.3	75.55	18536.295
5+950	10.15	9.04	105.5	84.35	18557.445
5+960	8.48	8.67	93.15	88.55	18562.045
5+980	7.1	5.25	155.8	139.2	18578.645
6+000	17.52	3.17	246.2	84.2	18740.645
6+020	16.46	5.86	339.8	90.3	18990.145
6+030	4.79	8.29	106.25	70.75	19025.645
6+040	0.74	2.78	27.65	55.35	18997.945
6+050	18.31	0.19	95.25	14.85	19078.345
6+060	71.05	0	446.8	0.95	19524.195
6+070	103.8	0	874.25	0	20398.445
6+080	63.37	0	835.85	0	21234.295
6+090	32	3.11	476.85	15.55	21695.595
6+100	14.4	6.43	232	47.7	21879.895
6+120	2.15	6.44	165.5	128.7	21916.695
6+140	7.57	4.46	97.2	109	21904.895
6+160	3.31	0.6	108.8	50.6	21963.095
6+170	3.38	0.38	33.45	4.9	21991.645
6+180	60.13	0	317.55	1.9	22307.295
6+190	114.87	0	875	0	23182.295
6+200	126.74	0	1208.05	0	24390.345
6+210	71.91	1.73	993.25	8.65	25374.945
6+220	28.06	1.27	499.85	15	25859.795
6+230	13.68	0.97	208.7	11.2	26057.295
6+240	12.96	0.68	133.2	8.25	26182.245
6+260	22.06	0.35	350.2	10.3	26522.145
6+280	33.33	0	553.9	3.5	27072.545
6+300	28.79	0	621.2	0	27693.745
6+320	19.6	0.04	483.9	0.4	28177.245
6+340	11.96	0.39	315.6	4.3	28488.545
6+350	9.53	11.48	107.45	59.35	28536.645

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
6+360	15.59	0.96	125.6	62.2	28600.045
6+370	35.86	0	257.25	4.8	28852.495
6+380	70.64	0	532.5	0	29384.995
6+390	79.21	0	749.25	0	30134.245
6+400	66.16	0	726.85	0	30861.095
6+410	33.84	0	500	0	31361.095
6+420	9.11	1.98	214.75	9.9	31565.945
6+430	2.71	12.49	59.1	72.35	31552.695
6+440	1.07	6.12	18.9	93.05	31478.545
6+460	1.32	4.71	23.9	108.3	31394.145
6+480	2.31	4.18	36.3	88.9	31341.545
6+500	1.58	7.01	38.9	111.9	31268.545
6+510	0.94	11.67	12.6	93.4	31187.745
6+520	1.66	7.86	13	97.65	31103.095
6+530	7.54	0.48	46	41.7	31107.395
6+540	8.17	0.2	78.55	3.4	31182.545
6+550	0	4.45	40.85	23.25	31200.145
6+560	0	15.5	0	99.75	31100.395
6+570	0	12.43	0	139.65	30960.745
6+580	0.27	7.15	1.35	97.9	30864.195
6+590	2.81	7.48	15.4	73.15	30806.445
6+600	7.67	3.2	52.4	53.4	30805.445
6+610	23.48	0	155.75	16	30945.195
6+620	40.71	0	320.95	0	31266.145
6+630	56.78	0	487.45	0	31753.595
6+640	55.42	0	561	0	32314.595
6+650	56.23	0	558.25	0	32872.845
6+660	61.05	0	586.4	0	33459.245
6+670	65.07	0	630.6	0	34089.845
6+680	62.05	0	635.6	0	34725.445
6+690	45.73	0	538.9	0	35264.345
6+700	42.65	0	441.9	0	35706.245
6+710	38.07	0	403.6	0	36109.845
6+720	35.91	0	369.9	0	36479.745
6+740	26.1	0	620.1	0	37099.845
6+760	25.62	0	517.2	0	37617.045
6+780	10.13	0	357.5	0	37974.545
6+790	5.61	0.49	78.7	2.45	38050.795
6+800	1.09	1.27	33.5	8.8	38075.495
6+810	0.09	5.86	5.9	35.65	38045.745
6+820	0	8.85	0.45	73.55	37972.645

Progresiva	Área de corte (m2)	Área de relleno (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	Masa (m3)
6+840	4.45	0.34	44.5	91.9	37925.245
6+860	5.25	1.02	97	13.6	38008.645
6+880	12.16	0.64	174.1	16.6	38166.145
6+890	13.33	0.82	127.45	7.3	38286.295
6+900	12.93	6.06	131.3	34.4	38383.195
6+910	11.37	5.67	121.5	58.65	38446.045
6+920	11.64	1.42	115.05	35.45	38525.645
6+940	6.37	0.07	180.1	14.9	38690.845
6+960	7.81	0.04	141.8	1.1	38831.545
6+980	5.8	0.05	136.1	0.9	38966.745
7+000	2.62	1.19	84.2	12.4	39038.545

Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 1: Diagrama curva masa, Carlazo Centro- Carlazo Este.



Fuente: Elaboración propia

## 10.2. Excavación no clasificada distancia $\leq 300$ m

Los volúmenes de excavación son obtenidos de la distribución de tierras del diagrama curva masa.

Cuadro N° 2. Volumen de excavación no clasificada  $D \leq 300$  metros

<b>Volumen de excavación</b>			
N°	<b>Tramo</b>		<b>Volumen (m3)</b>
	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	
1	0+000	0+920	3151.65
2	0+920	1+816	7812.65
3	1+816	3+280	6192.25
4	3+280	3+459	2803.25
5	3+459	4+380	5684.6
6	4+380	5+255	11342.9
7	5+255	5+580	4604.1
8	5+580	5+660	3027.65
9	5+660	5+870	1856.7
10	5+870	6+398	16495.1
11	6+398	6+600	1878.85
12	6+600	7+000	8709.15
		Total =	73558.85

Fuente: Elaboración propia

## 10.3. Conformación de terraplén con material de corte

Los cálculos de esta actividad, se logran conocer, a partir del diagrama curva masa y es el siguiente.

Cuadro N° 3. Volumen de terraplén con material de corte

N°	<b>Tramo</b>		<b>Volumen (m3)</b>
	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	
1	0+000	0+920	3151.65
2	0+920	1+816	7812.65
3	1+816	3+280	6192.25
4	3+459	4+380	5684.6
5	5+255	5+580	4604.1
6	5+660	5+870	1856.7
7	6+398	6+600	1878.85
		Total =	<b>31180.8</b>

Fuente: Elaboración propia



#### 10.4. Sobre acarreo para $D > 300$ m

Los cálculos de esta actividad se logro obtener a partir del diagrama curva masa. El mismo mostramos en el siguiente cuadro, considerando para DSA igual 500 metros.

Cuadro N° 4. Sobre acarreo para distancia mayor a 300 metros

N°	Tramo		Volumen (m3)	DSA (m)	SA (Km-m3)
	Inicio	Final			
1	3+280	3+459	2803.25	500	1401.625
2	4+380	5+255	11342.9	500	5671.45
3	5+580	5+660	3027.65	500	1513.825
4	5+870	6+398	16495.1	500	8247.55
5	6+600	7+000	8709.15	500	4354.575
Total =			<b>42378.05</b>		<b>21189.025</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 10.5. Cantidad de tierra a mover

De las secciones anteriores se resume el siguiente cuadro:

Cuadro N° 5. Cantidad de tierra a mover

Actividad	Unidad	Cantidad
Excavación no clasificada distancia $\leq 300$ m	(m3)	73558.85
Conformación de terraplén con material de corte	(m3)	31180.8
Sobre acarreo para $D > 300$ m	(m3-km)	21189.025

Fuente: Elaboración propia

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

### 1. Introducción

Con la guía AASHTO-93 nos centramos en determinar el ESALS que será utilizada para definir los espesores del paquete estructural.

### 2. Cálculo del número de ESALS

La información obtenida, en el estudio de tráfico, se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1. Tráfico promedio diario proyectado

Tráfico promedio diario proyectado					
Año	Tipo de vehículo				Total
	Automóvil	Camioneta	Camión mediano	Camión grande 2E	
2021	15	5	2	3	22
2022	17	6	3	4	30
2023	19	7	3	4	33
2024	20	7	3	4	34
2025	22	8	3	5	38
2026	24	8	4	5	41
2027	26	9	4	6	45
2028	29	10	4	6	49
2029	32	11	5	7	55
2030	35	12	5	7	59
2031	38	13	6	8	65
2032	42	14	6	9	71
2033	46	16	7	10	79
2034	50	17	7	10	84
2035	55	19	8	11	93
2036	60	20	8	12	100
2037	66	22	9	14	111
2038	72	24	10	15	121
2039	79	27	11	16	133
2040	86	29	12	18	145
2041	94	32	13	19	158
2042	103	35	14	21	173
2043	113	38	16	23	190
2044	124	42	17	25	208
2045	136	46	19	28	229

Tráfico promedio diario proyectado					
Año	Tipo de vehículo				
	Automóvil	Camioneta	Camión mediano	Camión grande 2E	Total
2046	149	50	20	30	249

Fuente: Elaboración propia

Los pesos se obtienen de una base de información ya realizada por el ministerio de transporte y ley # 441 (control de pesos) para cada tipo de vehículo. Debido a que no se cuenta por el camino balanzas de pesaje, este peso se obtiene por semejanza al tipo de vehículo, como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla N° 1. Peso por eje, por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Peso por eje (Tn)	
	Eje delantero	Eje trasero
Automóvil, vagoneta	1.36	1.33
Camioneta	1.82	1.82
Camión mediano	7	11
Camión grande 2 ejes	7	18

Fuente: Ministerio de transporte, ley # 441

Los ESALS para el periodo de diseño, representa el número acumulado desde el momento en que la vía es abierta al tráfico, hasta el momento en que la serviciabilidad se reduce a un valor terminal.

Para el diseño de estructuras de pavimentos, es necesario estimar el número acumulado de cargas por ejes equivalentes de 80 KN (ESALS) para el de diseño.

El número total de ejes equivalentes para cada tipo de vehículo se calcula con la siguiente ecuación.

$$W_{18} = \sum_{i=2026}^{i=2036} (365 * TPD * D) * FC$$

Donde:

W18 = Número de ejes Equivalentes del vehículo.

TPD = Tráfico promedio diario de diseño correspondiente al año i.

D = Factor de distribución en dirección (0.5).

FC = Factor camión equivalente del vehículo.

### **Factor camión equivalente (FC)**

Para el cálculo del factor camión de carga equivalente se tomó como referencia la guía AASHTO-93, donde sugiere para carreteras de bajo volumen tomar el valor del número estructural SN= 2 pulgadas y una serviciabilidad terminal  $pt= 2$ . Por otro lado, los factores están tabuladas en la misma guía, en función a la carga por eje. También nos da fórmulas para programar en Excel y poder determinar estos factores para cada vehículo tipo. Es por esto que a partir de los pesos por eje y haciendo uso del Excel se podrá encontrar el factor de carga equivalente FCE que corresponde a cada tipo de vehículo y con esto conseguir el factor camión FC. Este procedimiento se desarrolló con la ayuda de Excel y logrando conseguir el FC.

Cuadro N° 2. Factor camión, pavimento flexible

Tipo de vehículo	FC
Automóvil, vagoneta	0.001709
Camioneta	0.004948
Camión mediano	4.333230
Camión grande 2E	2.624036

Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso de la ecuación para el cálculo del número de ESALS se tiene el siguiente:

Cuadro N° 3. ESALS para pavimento flexible

ESALS para diseño de pavimento flexible						
Año	Tipo de vehículo				Total	Total, acumulado
	Automóvil	Camioneta	Camión mediano	Camión grande 2E		
2026	7	7	3163	2394	5572	5572
2027	8	8	3163	2873	6053	11625
2028	9	9	3163	2873	6055	17680
2029	10	10	3954	3352	7326	25006
2030	11	11	3954	3352	7328	32334
2031	12	12	4745	3831	8600	40934
2032	13	13	4745	4310	9081	50014
2033	14	14	5536	4789	10353	60368
2034	16	15	5536	4789	10356	70723
2035	17	17	6327	5268	11629	82352
2036	19	18	6327	5747	12110	94462
2037	21	20	7117	6704	13862	108324
2038	22	22	7908	7183	15136	123459
2039	25	24	8699	7662	16410	139870
2040	27	26	9490	8620	18163	158032
2041	29	29	10281	9099	19438	177470
2042	32	32	11071	10057	21192	198662
2043	35	34	12653	11014	23737	222399
2044	39	38	13444	11972	25493	247891
2045	42	42	15025	13409	28518	276410
2046	46	45	15816	14367	30275	306684
<b>Total: ESALS</b>	136	135	50612	43579	94462	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el procedimiento del cálculo del factor camión

Pt=	2	Índice de serviciabilidad (bondad de servicio)	L2=1	Eje Simple	$EALF = \frac{W_{t18}}{W_{Lx}}$
SN=	1.62	Número estructural, (calidad de la capa)	L2=2	Eje Tandem	
Lx =		Carga en Kips sobre un eje Simple, Tandem y tridem	L2=3	Eje Tridem	
L2 =	1, 2, 3	Código de eje			
EALF = FACTOR DE EJE DE CARGA EQUIVALENTE :					

Es el número de cargas equivalentes que definen el daño por paso, sobre una superficie de rodadura debido al eje en cuestión, en relación al paso de un eje de carga Stándar, que usualmente es de 18 Kips=18000lb Calculado mediante las siguientes expresiones

$$LOG\left(\frac{W_{Lx}}{W_{t18}}\right) = 4.79 LOG(18+1) - 4.79 LOG(Lx + L2) + 4.33 LOG(L2) + \frac{G_L}{B_x} - \frac{G_L}{B_{18}}$$

$$B_x = 0.4 + \frac{0.08(Lx + L2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L2^{3.23}}$$





$$B_{18} = 0.4 + \frac{0.08(18 + 1)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19}}$$

$$G_L = LOG\left(\frac{4.2 - P_L}{4.2 - 1.5}\right)$$

B<sub>18</sub>= 7.686

Para Lx=18 y L2=1

G<sub>L</sub>= -0.089

MEDIO DE TRANSPORTE	TPD	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)			PESO TOTAL (Kips)	Lx POR EJES (Kips)	L2	B <sub>x</sub>	EALF <sub>i</sub> (POR EJE)	FACTOR CAMIÓN FC=SEALF <sub>i</sub>	FC*TPD
			EJE	%	Lx							
<b>CATEGORIA "M"</b>	<b>32</b>											
STATION WAGON 	24	2.70	Del.	50.6%	1.37	5.943	3.007	1	0.448	0.0008899	0.001709	0.0410093
			Post. 01	49.4%	1.33							
CAMIONETA PICK UP 	8	3.64	Del.	50.0%	1.82	8.018	4.009	1	0.498	0.0024742	0.004948	0.0395877
			Post. 01	50.0%	1.82							
<b>CATEGORIA "N"</b>	<b>9</b>											
<b>C=CAMION</b>												
CAMION (C2) 	4	18.00	Del.	38.9%	7.00	39.648	15.419	1	4.946	0.5042293	4.333230	17.3329197
			Post. 01	61.1%	11.00							
CAMION (C3) 	5	25.00	Del.	28.0%	7.00	55.066	15.419	1	4.946	0.5042293	2.624036	13.1201788
			Post. 02	72.0%	18.00							

### 3. Diseño de pavimento flexible por el método AASHTO-93

El modelo básico del método AASHTO, se resume en la siguiente ecuación:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_R - 8.07$$

Los parámetros y valores necesarios para resolver la ecuación se describen en las siguientes secciones.

#### Módulo resiliente

La propiedad que se usa para caracterizar la subrasante es el módulo resiliente “Mr”. Este valor es una medida de la elasticidad del suelo reconociendo características no lineales. El módulo resiliente puede ser utilizado directamente para el diseño de pavimentos flexibles.

La guía AASHTO menciona que, ante la imposibilidad de contar con los equipos para ejecutar un ensayo de módulo resiliente, es conveniente relacionarlo con otras propiedades de los materiales. Con respecto al CBR se tiene:

- Si  $CBR < 10\%$  y  $B = 1500$ , pero este valor puede variar entre 750 y 3600 para el módulo de resiliencia MR en (psi).

$$MR = B * CBR$$

- Para materiales de sub-rasante con CBR mayor de 7.2% pero menor o igual a 20% (psi).

$$MR = 3000 * CBR^{0.65}$$

- Para materiales de sub-rasante con valores de CBR mayores a 20%, se deberán emplear otras formas de correlación, tal como la recomendada por la propia guía de diseño AASHTO-93. En (psi).

$$MR = 4326 * \ln(CBR) + 241$$

El CBR de diseño de la sub-rasante, se determina a partir de un análisis de los resultados de estudio de suelos que se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 4. Resultados de estudio de suelos

Propiedades	Muestra		
	2	6	9
Tramo en progresivas	0+000 a	2+940 a	5+484 a
	2+940	5+484	7+012
Longitud del tramo	2940	2544	1528
Clasificación AASHTO	A-4(2)	A-2-6(0)	A-2-4(0)
CBR al 100% de la densidad máxima	25	37	29
CBR al 95% de la densidad máxima	23	34	26

Fuente: Elaboración propia

El análisis es el siguiente:

- Se escoge como CBR de diseño al más crítico, siendo este el suelo que presente menor CBR.
- Del cuadro anterior el CBR menor es de 23% perteneciente al suelo clasificado según AASHTO el A-4 (2).
- Por otro lado, el tramo que tiene el mismo tipo de suelo con mayor magnitud en longitud es el A-4 (2). Por esto igual se escoge como CBR de diseño el 23%.

Como ya se definió el CBR de diseño, es momento de determinar el módulo resiliente de la sub-rasante o también llamado suelo de fundación. Se determina a partir de las fórmulas de correlación mencionadas arriba.

El módulo resiliente de la sub-rasante es de 13800 psi.

### 3.1.1. Materiales de construcción

El pavimento flexible consiste de una subrasante preparada, sub base, base y una superficie bituminosa.

Sub base. - es la porción del pavimento entre la base y la subrasante. Consiste de material granular. Las especificaciones, granulometría de los materiales se ven en la especificación ETG2-06 del ABC con CBR mayor o igual a 40%. Por otro lado, según



el manual de diseño de pavimentos del IBCH, el CBR caracterizado como buena para sub base esta entre 30% a 50%. Por tanto, para el diseño utilizamos el 30%, por el lado de la seguridad.

Base. - la base es la capa inmediatamente debajo de la superficie. Construida encima de la sub base. Consiste de agregado de piedra triturada. Las especificaciones para la capa base son más estrictas que las de la sub base. Las especificaciones, granulometría de los materiales se ven en la especificación ETG2-07 del ABC con CBR mayor o igual a 90%. Por otro lado, según el manual de diseño de pavimentos del IBCH, el CBR caracterizado para base esta entre 50% a 100%, y requerido según especificaciones es de 80%. Por tanto, para el diseño utilizamos 80%.

Bajo estas premisas se calcula y definen los módulos de resiliencia de las capas del pavimento flexible como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5. Módulo de resiliencia de las capas del pavimento flexible

Capa	CBR	Mr
		(psi)
Carpeta asfáltica	-----	435000
Base granular triturada	80%	28000
Sub base granular	30%	14600

Fuente: Relación entre CBR y Mr., AASHTO 93

### Periodo de diseño

El periodo de diseño definido para un pavimento flexible, se considera que será de 10 años, por tratarse un camino de bajo volumen de tránsito vehicular.

Tabla N° 2. Periodos de diseño

Tipo de camino	Periodo de diseño
Gran volumen de tránsito	15-20 años
Gran volumen de tránsito rural	15-20 años
Bajo volumen pavimentado	5-12 años

Fuente: (AASHTO -93) Maestría del Ing. Gustavo Corredor

## **Índice de serviciabilidad**

La serviciabilidad de un pavimento está definida como la habilidad de servir a tráfico de alto volumen y alta velocidad. Se mide por medio del índice de serviciabilidad actual “psi”, que es una escala que va desde el 5 (camino perfecto) hasta 0 (camino imposible).

### **3.1.2. Serviciabilidad inicial**

Se llama serviciabilidad inicial “ $p_o$ ” al valor de psi que tendrá un pavimento inmediatamente luego de la construcción. En la mayoría de los casos la serviciabilidad inicial debe ser mayor a 4. Según la AASHTO tenemos:

- Pavimentos flexibles:  $p_o = 4.2$

### **3.1.3. Serviciabilidad final**

Serviciabilidad terminal “ $p_t$ ” es el valor de psi mínimo tolerable de un pavimento. Cuando la serviciabilidad de un pavimento alcanza este valor, se requiere rehabilitación. Para volúmenes de bajo tránsito la AASHTO recomienda un valor de  $p_t = 2$ .

Se ha tomado una serviciabilidad inicial de 4.2 y serviciabilidad final de proyecto de 2, con una diferencia entre ambos de  $\Delta\text{psi}=2.2$ , conforme recomienda la guía de la AASHTO.

## **Confiabilidad**

La confiabilidad de un proceso de diseño de un pavimento es la probabilidad de que una sección diseñada con ese proceso rendirá satisfactoriamente con las condiciones de tráfico y ambientales para el período de diseño.

Los parámetros que miden esa confiabilidad son dos:

- Nivel de confiabilidad
- Desviación estándar

### 3.1.4. Nivel de confiabilidad

El nivel de confiabilidad es la probabilidad en porcentaje de que la estructura dure el período de diseño. Esta probabilidad es extraída de una curva de distribución normal. La selección de este parámetro depende del uso e importancia del pavimento. Un nivel de confiabilidad alto implica mayores costos iniciales, pero menores costos de mantenimiento. Según recomendaciones de la AASHTO, para una carretera rural, local el rango es de 50-80, se adoptará un  $R = 70\%$ .

Tabla N° 3. Niveles sugeridos de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel recomendado de confiabilidad	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectores	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

Fuente: Diseño de pavimentos (AASHTO -93) del IBCH

La desviación normal standard para el grado de confiabilidad  $r$  elegido es  $Z_r = -0.524$

### 3.1.5. Desviación estándar

La desviación estándar es una medición de los errores o variabilidad de los datos introducidos, propiedades de los materiales, tráfico, propiedades de la subrasante, condiciones climáticas y calidad de construcción. En la ausencia de valores locales, la AASHTO recomienda los siguientes valores:

- Pavimentos flexibles:  $s_o = 0.49$

### Coefficientes estructurales de las capas

El coeficiente estructural de una capa representa la relación empírica entre el número estructural SN y el espesor de dicha capa, siendo una medida de la capacidad relativa del material para actuar como componente estructural de un dado pavimento.

El método AASHTO (guía de diseño de pavimentos AASHTO – 93) presenta las siguientes fórmulas para de obtener el valor del coeficiente estructural.

- Carpeta asfáltica.

$$a_1 = 0.400 \cdot \log \frac{E_{CA}}{435} + 0.440$$

$$0.200 \leq a_1 \leq 0.440$$

Donde:

Módulo de elasticidad del asfalto a 68°F (20°C)  $E_{CA} = 435$  ksi

Coefficiente estructural carpeta asfáltica  $a_1 = 0.440$

- Base granulares.

$$a_2 = 0.249 \log(E_B) - 0.977$$

$$0.060 \leq a_2 \leq 0.200$$

Donde:

Módulo resiliente de la base granular  $E_B = 28000$  psi

Coefficiente estructural base granular  $a_2 = 0.130$

- Sub base granulares.

$$a_3 = 0.227 \log(E_{SB}) - 0.839$$

$$0.060 \leq a_3 \leq 0.200$$

Donde:

Módulo resiliente de la sub base granular  $E_{SB} = 14600$  psi

Coefficiente estructural sub base granular  $a_2 = 0.1$

## **Coefficiente de drenaje**

El método AASHTO propone la utilización de los coeficientes modificados para las capas de pavimento, en función de las características de drenaje de los materiales. Para eso, la calidad del drenaje es definida en función del tiempo exigido para la remoción del agua del pavimento.

Se consideraron los coeficientes de drenaje en función del material empleado y de la posición de la capa en la estructura. Además, de eso, en las tablas indicadas en la guía de la AASHTO que la calidad del drenaje será regular para capa subbase, es decir, el tiempo de remoción del agua del pavimento será de cerca de una semana, y el porcentaje de tiempo a que el pavimento estará sujeto a condiciones de humedad próxima de la saturación será de 5% y 25% y la calidad de drenaje para la capa base será buena.

Resulta que los días de lluvia en promedio para nuestra zona es de 68 días<sup>1</sup>, con este dato se determina el porcentaje de tiempo en que el pavimento está sometido a niveles cercanos de saturación que es igual a 18.6%, con este valor interpolando obtenemos que para la capa base, sub base, se adoptó coeficiente igual a  $m_2 = 1.03$  y  $m_3 = 0.93$

Tabla N° 4. Drenaje en función al tiempo en que alcanza 85% de saturación

Calidad de drenaje	85% de saturación alcanzado en:
Excelente	2 horas
Buena	1 día
<b>Regular</b>	<b>1 semana</b>
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drena

Fuente: Diseño de pavimentos (AASHTO -93) del IBCH

---

<sup>1</sup> Obtenida de datos de precipitación de la estación aeropuerto, Tarija Bolivia.

Tabla N° 5. Coeficiente de drenaje

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo en que el pavimento está sometido a niveles cercanos de saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más de 25%
Excelente	1.250 - 1.20	1.200 - 1.150	1.150 - 1.100	1.100
Bueno	1.250 - 1.150	1.150 - 1.100	1.100 - 1.000	1.000
Regular	1.150 - 1.100	1.100 - 1.000	1.000 - 0.900	0.900
Pobre	1.100 - 1.000	1.000 - 0.900	0.900 - 0.800	0.800
Muy pobre	1.000 - 0.900	0.900 - 0.800	0.800 - 0.700	0.700

Fuente: Diseño de pavimentos (AASHTO -93) del IBCH

#### 4. Numero estructural

Con los parámetros y valores determinados posteriormente se determina el numero estructural.

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_R - 8.07$$

Para un periodo de diseño de 10 años.

Numero de ejes equivalentes	$W_{18} =$	94462
Serviciabilidad inicial.	$P_o =$	4.2
Serviciabilidad final.	$P_f =$	2.0
Diferencia serviciabilidad.	$\Delta psi =$	2.2
Nivel de confianza.	$R =$	70.0%
Desviación normal.	$Z_r =$	-0.524
Desviación estándar.	$S_o =$	0.49
Módulo resiliente de la subrasante.	$M_r =$	13800 psi
Numero estructural	$S_n =$	1.62 plg
	$S_n =$	4.12 cm

## 5. Determinación de espesores de las capas del pavimento

### Alternativa I: Pavimento flexible

El numero estructural de soporte deberá tener un valor mayor o igual al requerido. La fórmula para determinar es el siguiente:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Donde:

$a_1 = 0.440$  Coeficiente estructural carpeta asfáltica

$a_2 = 0.130$  Coeficiente estructural capa base

$a_3 = 0.100$  Coeficiente estructural capa sub base

$m_2 = 1.03$  Coeficiente drenaje capa base

$m_3 = 0.93$  Coeficiente drenaje capa sub base

$D_1 =$  Espesor de la carpeta asfáltica

$D_2 =$  Espesor de la capa base

$D_3 =$  Espesor de la capa sub base

Por tanto, los espesores del pavimento flexible que tienen un numero estructural de soporte mayor al requerido es el siguiente:

Periodo de diseño	Capa	Carlazo Centro- Carlazo Este
2026 – 2036 (n=10 años)	Carpeta asfáltica	2.5 cm
	Base triturada	15 cm
	Sub base granular	20 cm

$$SN_1 + SN_2 + SN_3 \geq SN$$

$$SN_1 + SN_2 + SN_3 = 4.96 > SN = 4.12 \quad \text{Verifica}$$

Costo por metro cuadrado. – Para hacer este análisis, partimos con los espesores determinados y con precios unitarios que nos proporcionó SEDECA-TARIJA.

Cuadro N° 6. Costo por metro cuadrado alternativa I

Capa	PU (Bs/m3)	Espesor (m)	PU (Bs/m2)
Carpeta asfáltica	2598.44	0.025	64.96
Imprimación			17.51
Base	156.63	0.15	23.49
Sub-base	146.53	0.2	29.31
		Total	135.27

Fuente: Elaboración propia

### Alternativa II: Tratamiento superficial

Los tratamientos superficiales, en su variante más sencilla (tratamiento superficial simple) se definen como una aplicación uniforme de un ligante asfáltico, usualmente emulsión asfáltica, cubierta por una capa uniforme de agregados de igual tamaño. Esta aplicación puede llevarse a cabo sobre pavimentos flexibles o sobre bases granulares.

En nuestro caso consiste en aplicar el tratamiento superficial sobre la capa base. Por tanto, los espesores de capa base y sub-base con numero estructural de soporte mayor al requerido son:

Periodo de diseño	Capa	Carlazo Centro- Carlazo Este
2026 – 2036 (n=10 años)	Base triturada	15 cm
	Sub base granular	25 cm

$$SN_1 + SN_2 + SN_3 \geq SN$$

$$SN_1+SN_2+SN_3 = 4.33 > SN= 4.12 \quad \text{Verifica}$$



Costo por metro cuadrado. – Al igual que la alternativa I, partimos con los espesores determinados y con precios unitarios que nos proporcionó SEDECA-TARIJA.

Cuadro N° 7. Costo por metro cuadrado alternativa II

Capa	PU (Bs/m3)	Espesor (m)	PU (Bs/m2)
Tratamiento simple			43.99
Imprimación			17.51
Base	156.63	0.15	23.49
Sub-base	146.53	0.25	36.63
		Total	121.63

Fuente: Elaboración propia

## DISEÑO HIDRÁULICO-PUENTES

### 1. Diseño hidráulico

El cálculo hidráulico considerado para establecer la sección hidráulica para los puentes, es lo establecido por la fórmula de Robert Manning para canales abiertos, por ser el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación, la cual permite obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación.

$$V = \frac{R^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = VA$$

Donde:

Q = Caudal, en m<sup>3</sup>/seg.

V = Velocidad del flujo, en m/seg.

A = Área de la sección hidráulica, en m<sup>2</sup>.

P = Perímetro mojado, en m.

R = Radio hidráulico, en m.

S = Pendiente de fondo, en m/m.

n = Coeficiente de Manning.

### 2. Determinación del tiempo de concentración

Hidrológicamente está demostrado que el caudal máximo en una corriente de agua para una sección particular de interés, se produce para una lluvia o tormenta cuya duración es igual al tiempo de concentración.

El tiempo de concentración queda definido como el tiempo que tardaría una gota de agua en llegar a la sección de interés, desde el punto más alejado de la cuenca.

Para la estimación del tiempo de concentración se han analizado varias ecuaciones empíricas, correspondientes a diferentes autores. Las fórmulas recopiladas por el manual de hidrología y drenaje del ABC para regiones con pendientes se indican a continuación:

Fórmula propuesta por Kirpich:

$$t_c = 0.0078 \left( \frac{3.28L}{S^{1/2}} \right)^{0.77}$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración, en min.

$L$  = Longitud del cauce principal, en m.

$S$  = Pendiente del cauce principal, en m/m.

Válida para cuencas pequeñas.

Fórmula propuesta por normas españolas:

$$t_c = 0.3 \left( \frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración, en hr.

$L$  = Longitud del cauce principal, en km.

$S$  = Pendiente del cauce principal, en m/m.

Fórmula propuesta por Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

$$\frac{L}{3.6} \geq t_c \geq \frac{L}{3.6 + 1.5}$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración, en hr.

$A$  = Área de la cuenca, en km<sup>2</sup>.

$L$  = Longitud del cauce principal, en km.

$H$  = Altura media descontando la elevación de origen de la cuenca, en km.

Válida para áreas de cuencas comprendidas entre 70 a 170 km<sup>2</sup>.

Fórmula propuesta por SCS:

$$t_c = \frac{0.0287L^{0.8} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{1.67}}{\sqrt{S}}$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración, en min.

$CN$  = Numero de curva del SCS.

$S$  = Pendiente de la cuenca, en %.

$L$  = Longitud del cauce principal, en m.

Válida para cuencas con áreas menores a 8 km<sup>2</sup>.

Fórmula propuesta por California Highway y Public work:

$$t_c = 0.95 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración, en hrs.

$L$  = Longitud del cauce principal, en km.

$H$  = Desnivel máximo de la cuenca, en m.

Válida para cuencas pequeñas.

Fórmula propuesta por Johnstone y Cross (1949):

$$t_c = 300 \sqrt{\frac{L}{S}}$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración, en min.

$L$  = Longitud del cauce principal, en millas.

$S$  = Pendiente del cauce principal de la cuenca, en pies por millas.

Válida para áreas de cuencas comprendidas entre 64 a 4200 km<sup>2</sup>.

Fórmula propuesta por Ventura Heras:

$$t_c = a \frac{A^{0.5}}{S}, \text{ siendo } 0.05 \leq a = L/\sqrt{A} \leq 0.5$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración, en hr.

$A$  = Área de la cuenca, en km<sup>2</sup>.

$S$  = Pendiente de la cuenca, en %.

$L$  = Longitud del cauce principal, en km.

$a$  = Alejamiento medio.

Fórmula propuesta por Passini:

$$t_c = a \frac{(AL)^{1/3}}{S}, \text{ siendo } 0.05 \leq a = L/\sqrt{A} \leq 0.5$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración, en hr.

$A$  = Área de la cuenca, en km<sup>2</sup>.

$S$  = Pendiente de la cuenca, en %.

$L$  = Longitud del cauce principal, en km.

$a$  = Alejamiento medio.

Para este cálculo se precisa saber algunos datos característicos sobre la cuenca, estos datos son empleados en las fórmulas empíricas del tiempo de concentración y son los que se indican en el cuadro N° 1; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Los resultados del tiempo de concentración para la cuenca se muestran en el cuadro N° 2, debido a su extensión son tres fórmulas que se adaptan a la cuenca y con estos obtener un promedio.

Cuadro N° 1. Datos característicos de la cuenca

Características físicas de la cuenca		
Área de la cuenca	107.6	km <sup>2</sup>
Elevación inicial del cauce mayor	2180	m.s.n.m
Elevación máxima del cauce mayor	2440.5	m.s.n.m
Elevación media de la cuenca	2429.9	m.s.n.m
Pendiente de la cuenca	0.2511	m/m
Longitud del cauce más largo	15.13	km
Pendiente del río principal	0.0242	m/m

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 2. Resultados del tiempo de concentración

Resultados del tiempo de concentración		
Formula	Tiempo de concentración	
	hr	min
Normas españolas	4.80	287.76
Giandotti	3.61	216.62
Johnstone y Cross (1949)	4.45	266.98
Promedio	4.29	257.12

Fuente: Elaboración propia

### 3. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la escorrentía directa y la intensidad promedio de la lluvia.

Se entiende como escorrentía directa el exceso de precipitación que se obtiene por toda la cuenca. El coeficiente de escorrentía también se puede expresar como la relación entre la escorrentía y la precipitación en un periodo.

El coeficiente de escorrentía depende, además, de la intensidad de lluvia, de las características del suelo, la vegetación y pendiente del suelo.

Para el coeficiente se elaboró mapas en base a las variables mencionadas, información de imagen satelital, uso del ArcGis 10.2, información del Zonisig y tabla de referencia de coeficiente de escorrentía según Benites (1980), citado por Lemus y Navarro (2003).

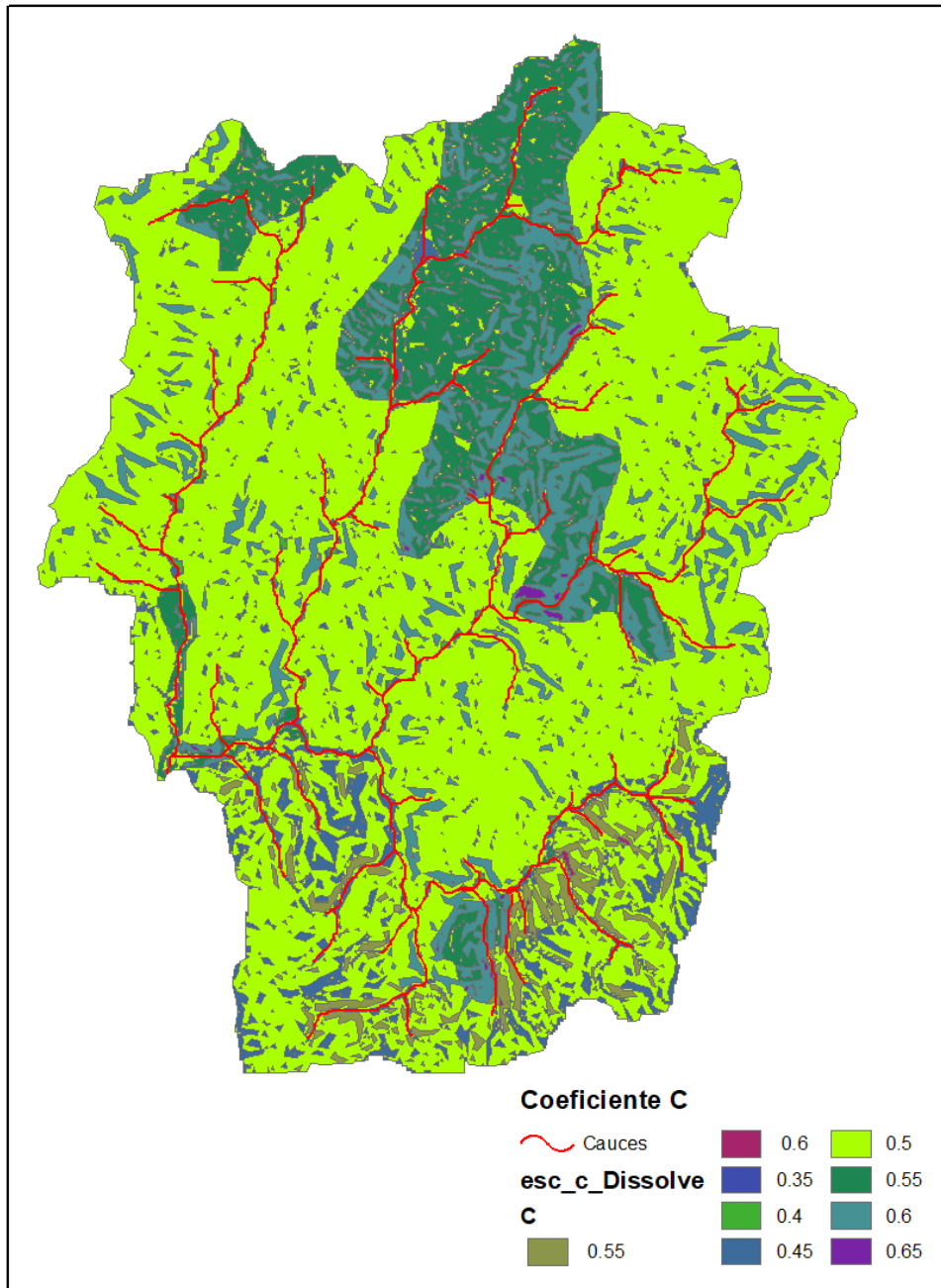
Cuadro N° 3. Coeficiente de escorrentía según tipo de suelo y pendiente

Coeficiente de escorrentía C						
Cobertura del suelo	Tipo de suelo	Pendiente (%)				
		> 50	20 - 50	5 -20	1-5	0-1
Cultivos	Semipermeable B	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	Impermeable C	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
	Impermeable D	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
Pastos, vegetación ligera	Semipermeable B	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	Impermeable C	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	Impermeable D	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de escorrentía ponderada para la cuenca es 0.51, determinada en base a datos del mapa N° 1.

Mapa N° 1. Áreas de incidencia del coeficiente de escorrentía



Fuente: Elaboración propia



#### **4. Generación del mapa número de curva**

Los métodos para estimar la escorrentía a partir de la precipitación tratan de descontar de la lluvia caída sobre una cuenca todas aquellas pérdidas que se deben a factores tales como la infiltración, la evapotranspiración, la interceptación y el almacenamiento superficial.

El procedimiento más generalizado y fácil de adaptar a cualquier región es el método del número de curva (NC), que es un método desarrollado por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos en 1950.

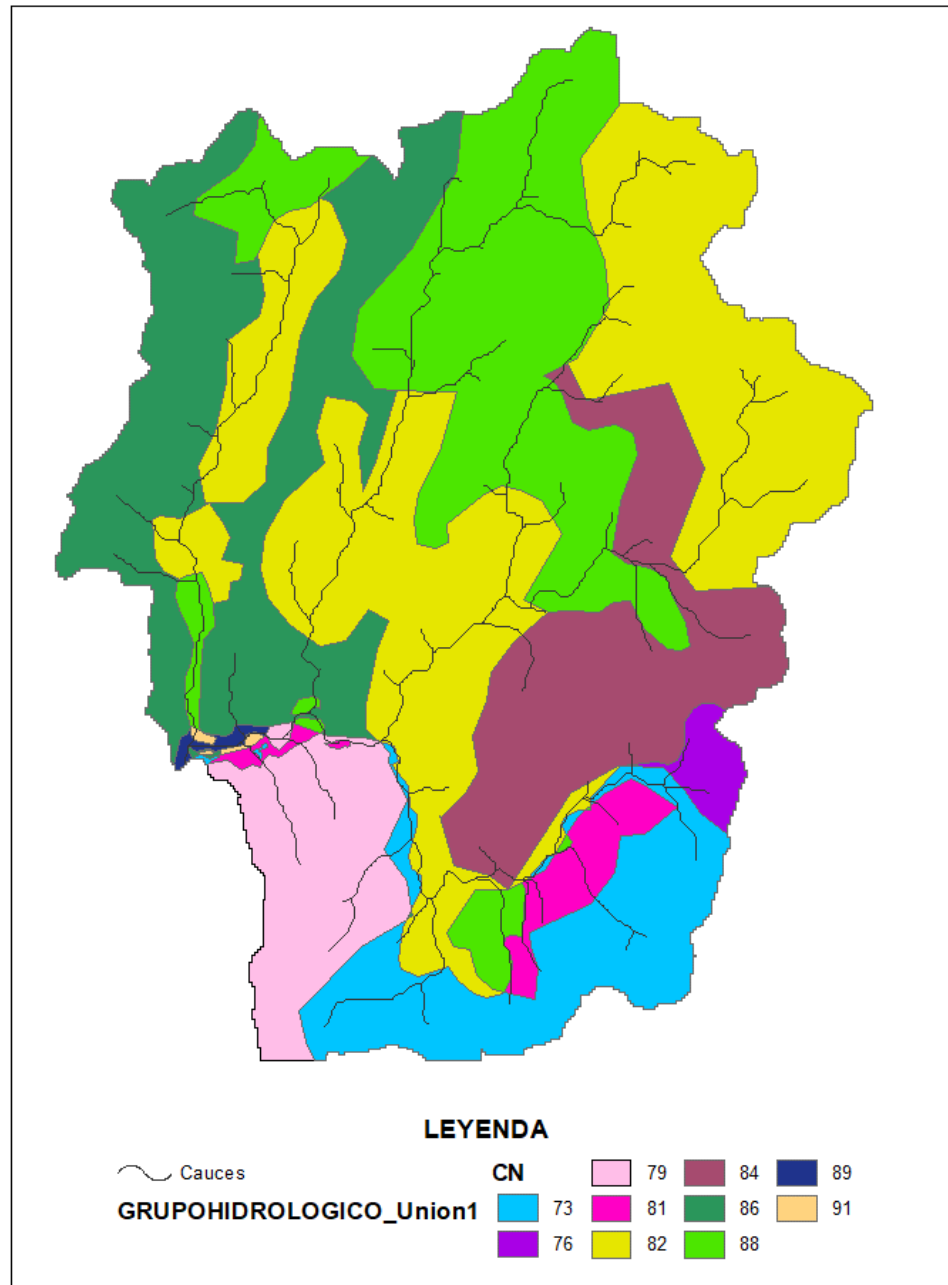
Para estandarizar estas curvas, se definió un número adimensional de curva CN, tal que  $0 \leq CN \leq 100$ . Para superficies impermeables y de agua CN = 100; para superficies naturales CN < 100 y para superficie sin escurrimiento CN = 0. Los números de curva se aplican para condiciones antecedentes de humedad normales (Condición II); para condiciones secas (Condición I) o condiciones húmedas (Condición III), se calculan los números de curva equivalentes.

La metodología del número de la curva (NC) es la más empleada para transformar la precipitación total en precipitación efectiva.

El número de curva depende, del tipo de suelo y uso del suelo, el tipo de suelo está clasificada en cuatro grupos llamados grupos hidrológicos.

El mapa del número de curva se generó, en base a las variables mencionadas, información de imagen satelital, uso del ArcGis 10.2, información del Zonisig y tabla de referencia de numero de curva de hidrología aplicada, Ven Te Chow.

Mapa N° 2. Áreas de incidencia del número de curva CN



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 4. CN para usos selectos de tierra y grupo hidrológico del suelo

Numero de curva para usos selectos de tierra cultivadas y pastizales de la cuenca (Condiciones antecedentes de Humedad II, Ia = 0.2 S)					
Descripción del uso de la tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
Tierras cultivadas	sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
	Con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condiciones pobres tipo 1	68	79	86	89
	Condiciones pobres tipo 2	63	76	84	88
	Condiciones pobres tipo 3	59	73	82	86
	Condición intermedia	54	70	80	85
	Condiciones óptimas	39	61	74	80

Fuente: Elaboración propia

El número de curva ponderada para la cuenca en condiciones antecedentes de humedad dos es 83, ver Excel de anexos.

## 5. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno

En la cuenca de estudio del rio principal y demás afluentes no se dispone de datos hidrométricos; por esta razón nos basaremos en métodos empíricos, semi-empíricos basado en las precipitaciones máximas y las características de la cuenca en estudio; y además se tomará como dato importante para la información histórica de los vecinos de la comunidad, ya que ellos son la mejor fuente de información donde no se tiene estaciones de control.

### 5.1. Método Racional para caudales máximos

La metodología usada para dicha estimación está basada en la aplicación de la Formula “Racional”, mediante la cual podemos obtener los caudales máximos.

La expresión matemática es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

$Q$  = Caudal, en m<sup>3</sup>/seg.

$A$  = Área de la cuenca en proyección horizontal, en km<sup>2</sup>.

$I$  = Intensidad media de lluvia máxima para un tiempo igual al tiempo de concentración, en mm/hr.

$C$  = Coeficiente de escorrentía, adimensional.

Cuadro N° 5. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno	Probabilidad de ocurrencia	$t_c$ (hr)	$I$ (mm/hr)	$A$ (km <sup>2</sup> )	$C$	$Q$ (m <sup>3</sup> /seg)
5	20.00%	4.29	13.04	107.6	0.51	198.75
10	10.00%	4.29	14.56	107.6	0.51	222.01
25	4.00%	4.29	16.86	107.6	0.51	256.99
50	2.00%	4.29	18.83	107.6	0.51	287.07
100	1.00%	4.29	21.04	107.6	0.51	320.68
200	0.50%	4.29	23.50	107.6	0.51	358.21

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Método del hidrograma unitario triangular

La expresión matemática es la siguiente:

$$Q_p = \frac{2.08Ah}{t_p}$$

Donde:

$Q_p$  = Caudal pico que es el caudal máximo, en m<sup>3</sup>/s.

$A$  = Área de la cuenca, en km<sup>2</sup>.

$t_p$  = Tiempo al pico, en hr.

$h$  = Altura de lluvia neta unitaria, en cm.

La expresión del tiempo al pico es:

$$t_p = \frac{D}{2} + t_r$$

$$t_r = 0.6t_c$$

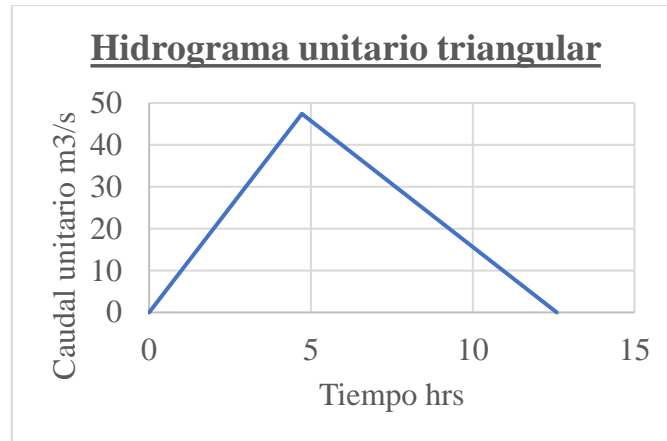
Donde:

$D$  = Duracion de la lluvia, igual al tiempo de concentración, en hr.

$t_r$  = Tiempo de retardo, en hr.

$t_c$  = Tiempo de concentración, en hr.

Gráfico N° 1. Hidrograma unitario triangular



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6. Caudales máximos método del hidrograma unitario

Periodo de retorno	Probabilidad de ocurrencia	Pmax (cm)	C	D (hr)	P(efectiva) (cm)	Q (m3/s)
5	20.00%	5.2	0.51	4.29	2.7	125.78
10	10.00%	6.3	0.51	4.29	3.2	152.38
25	4.00%	7	0.51	4.29	3.6	169.31
50	2.00%	7.6	0.51	4.29	3.9	183.83
100	1.00%	8.3	0.51	4.29	4.2	200.76
200	0.50%	8.9	0.51	4.29	4.5	215.27

Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Método del número de curva CN

La expresión matemática es la siguiente:

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

Donde:

$P_e$  = Escorrentía directa, en mm.

$P$  = Precipitación neta, en mm.

$S$  = Potencial máximo de retención, en mm.

La expresión del potencial máximo de retención es:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde:

$S$  = Potencial máximo de retención, en mm.

$CN$  = Numero de curva, adimensional.

#### 5.3.1. Coeficiente de escorrentía por el método del número de curva CN

La expresión matemática es la siguiente:

$$\alpha = \frac{P_e}{P}$$

Donde:

$\alpha$  = Coeficiente de escorrentía, adimensional.

$P_e$  = Escorrentía directa, en mm.

$P$  = Precipitación neta, en mm.

Cuadro N° 7. Precipitación máxima para duración de lluvia igual al tc

Periodo de retorno	Probabilidad de ocurrencia	D (hr)	Pmax (mm)
5	20.00%	4.29	52
10	10.00%	4.29	63
25	4.00%	4.29	70
50	2.00%	4.29	76
100	1.00%	4.29	83
200	0.50%	4.29	89

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 8. Caudales máximos método del número de curva

Pmax (mm)	CN	S (mm)	Pe (mm)	$\alpha$	I (mm/hr)	Q (m3/seg)
52	83	52.02	18.48	0.36	12.1	128.76
63	83	52.02	26.44	0.42	14.7	184.22
70	83	52.02	31.82	0.45	16.3	221.68
76	83	52.02	36.58	0.48	17.7	254.87
83	83	52.02	42.29	0.51	19.3	294.63
89	83	52.02	47.29	0.53	20.7	329.49

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4. Caudales de crecida mediante fórmulas empíricas

Se ha calculado el caudal máximo mediante fórmulas empíricas que están expresados en función al área de la cuenca, a continuación, se presenta:

FORMULA DE KUILCHLING

$$Q = \left( \frac{1246}{A + 440} + 0.22 \right) A = 268.5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

FORMULA DE DICKENS

$$Q = 6.9A^{3/4} = 230.52 \text{ m}^3/\text{seg}$$

FORMULA DE GAUGUILLET

$$Q = \frac{25A}{5 + \sqrt{A}} = 174.98 \text{ m}^3/\text{seg}$$

### 5.5. Resumen de caudales máximos

A continuación, se muestra un resumen de los caudales máximos de crecida para la cuenca en estudio, obtenidos por los distintos métodos utilizados; posteriormente se efectuará el análisis para cada uno de ellos con el fin de adoptar el más representativo.

Cuadro N° 9. Resumen de caudales máximos

Caudal máximo (m <sup>3</sup> /s)					
Método utilizado	Periodo de retorno (T)				
	5	10	25	50	100
Kuilchling				268.5	
Dickens				230.52	
Gauguillet				174.98	
Metodo racional	198.75	222.01	256.99	287.07	320.68
Hidrograma triangular	125.78	152.38	169.31	183.83	200.76
Numero de curva	128.76	184.22	221.68	254.87	294.63
Adoptado	151.09	186.20	216.00	233.30	272.02

Fuente: Elaboración propia

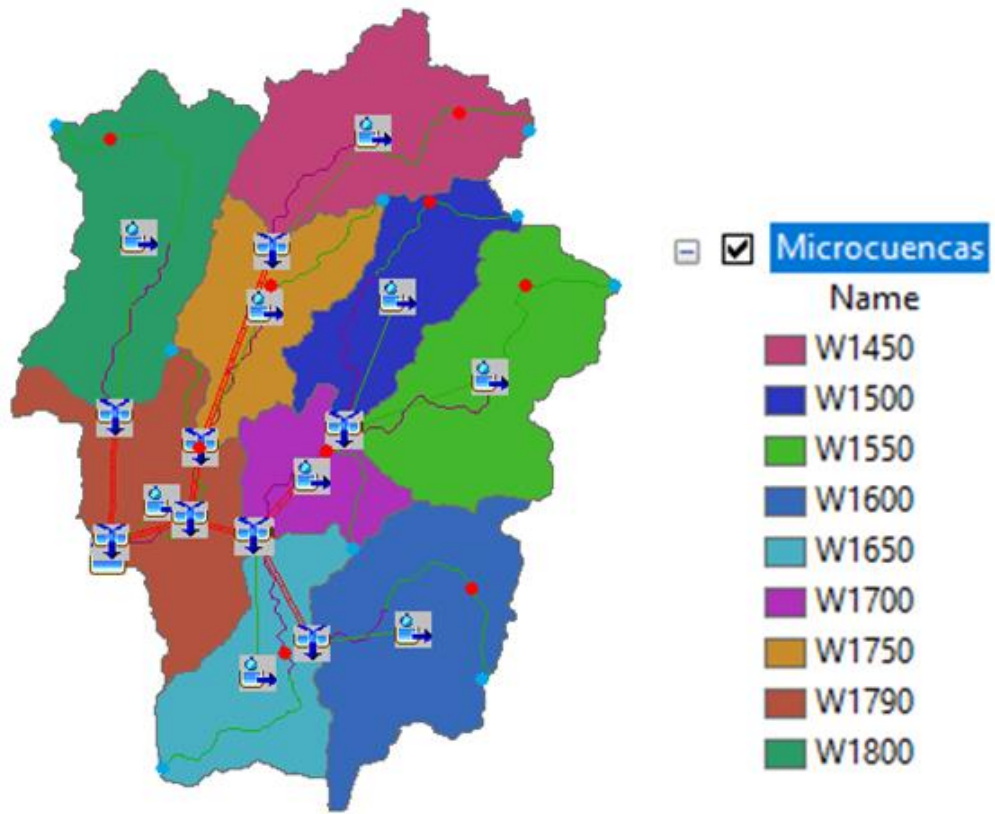
### 6. Caudales máximos de las subcuencas

El procedimiento de dividir la cuenca en microcuencas, consiste en determinar los hidrogramas de esorrentía de las microcuencas y luego, mediante superposición y traslado hacer el tránsito de los hidrogramas a lo largo de la corriente principal de la cuenca hasta el punto de salida.

A continuación, se presenta un mapa y cuadros del tiempo de concentración, las intensidades y los caudales máximos de las subcuencas.



Mapa N° 3. Subcuencas en estudio



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 10. Parámetros de las subcuencas que compone la cuenca

Parámetros de las subcuencas que compone la cuenca en estudio.				
Parámetros	Unid.	Microcuencas		
		W1790	W1450	W1500
Área de la cuenca	km2	13.2	13.6	9.2
Elevación inicial del cauce mayor	m.s.n.m	2180	2312	2293.8
Elevación máxima del cauce mayor	m.s.n.m	2265.34	2526.49	2443.7
Elevación media de la cuenca	m.s.n.m	2285.58	2461.23	2464.87
Pendiente de la cuenca	m/m	0.1974	0.16	0.1804
Longitud del cauce más largo	km	4.2	6.2	5.6
Pendiente del rio principal	m/m	0.0027	0.005	0.0037
numero de curva CN		83	86	85
		W1550	W1600	W1650
Área de la cuenca	km2	15.0	15.0	10.4
Elevación inicial del cauce mayor	m.s.n.m	2293.7	2311.99	2228.45
Elevación máxima del cauce mayor	m.s.n.m	2575.85	2478.8	2361.1
Elevación media de la cuenca	m.s.n.m	2536.94	2480.33	2452.41
Pendiente de la cuenca	m/m	0.2465	0.2167	0.2614
Longitud del cauce más largo	km	6.6	4.44	3.7
Pendiente del rio principal	m/m	0.012	0.0029	0.0055
numero de curva CN		84	79	78
		W1700	W1750	W1800
Área de la cuenca	km2	6.1	9.8	15.7
Elevación inicial del cauce mayor	m.s.n.m	2228.58	2245.21	2212.96
Elevación máxima del cauce mayor	m.s.n.m	2338.7	2361.03	2444.67
Elevación media de la cuenca	m.s.n.m	2373.44	2369.07	2395.62
Pendiente de la cuenca	m/m	0.2545	0.1761	0.2013
Longitud del cauce más largo	km	3.16	4.5	7.6
Pendiente del rio principal	m/m	0.0029	0.0005	0.0102
numero de curva CN		83	85	85

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 11. Tiempo de concentración de las subcuencas que compone la cuenca

Tiempo de concentración de las subcuencas que compone la cuenca				
Formula	Unid.	Subcuencas		
		W1790	W1450	W1500
Kirpich	hr	1.95	2.08	2.16
California Higliway y Public Work	hr	0.90	0.99	1.01
SCS.	hr	0.55	0.65	0.61
Chereque (utilizada en EE.UU)	hr	0.90	0.99	1.01
Promedio	hr	1.07	1.18	1.20
		W1550	W1600	W1650
Kirpich	hr	1.55	1.98	1.34
California Higliway y Public Work	hr	0.96	0.74	0.66
SCS.	hr	0.65	0.74	0.63
Chereque (utilizada en EE.UU)	hr	0.96	0.74	0.65
Promedio	hr	1.03	1.05	0.82
		W1700	W1750	W1800
Kirpich	hr	1.52	3.94	1.85
California Higliway y Public Work	hr	0.59	0.87	1.21
SCS.	hr	0.38	0.52	0.74
Chereque (utilizada en EE.UU)	hr	0.59	0.86	1.21
Promedio	hr	0.77	1.55	1.25

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 12. Resumen de las intensidades en las subcuencas

Resumen de las intensidades en las subcuencas para duración igual al Tc.								
N°	Sub-cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Intensidad (mm/hr)					
			5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
1	W1790	13.2	31.96	35.70	41.33	46.17	51.57	57.61
2	W1450	13.6	30.00	33.52	38.80	43.34	48.41	54.08
3	W1500	9.2	29.68	33.16	38.38	42.87	47.89	53.50
4	W1550	15	32.76	36.59	42.36	47.32	52.86	59.04
5	W1600	15	32.35	36.14	41.84	46.73	52.20	58.31
6	W1650	10.4	37.95	42.40	49.08	54.82	61.24	68.41
7	W1700	6.1	39.53	44.15	51.11	57.10	63.78	71.24
8	W1750	9.8	25.16	28.10	32.53	36.34	40.60	45.35
9	W1800	15.7	28.91	32.29	37.38	41.76	46.64	52.10

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 13. Resumen de caudales máximos en las subcuencas

Resumen de caudales máximos en las subcuencas								
N°	Sub-cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Qmax. (m <sup>3</sup> /seg)					
			5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
1	W1790	13.2	41.36	47.73	57.67	66.50	76.63	88.21
2	W1450	13.6	45.13	51.97	62.56	71.90	82.55	94.64
3	W1500	9.2	29.58	34.07	41.05	47.21	54.23	62.24
4	W1550	15	50.54	58.27	70.30	80.96	93.17	107.10
5	W1600	15	44.82	51.62	62.31	71.87	82.89	95.57
6	W1650	10.4	34.46	39.64	47.80	55.13	63.62	73.42
7	W1700	6.1	23.22	26.78	32.34	37.29	42.99	49.52
8	W1750	9.8	27.39	31.54	37.96	43.62	50.07	57.39
9	W1800	15.7	47.95	55.28	66.66	76.72	88.19	101.25

Fuente: Elaboración propia

## 7. Modelamiento con HEC HMS

### 7.1. Modelo de la cuenca

En este componente se informa al programa de las diferentes subcuencas y sus características. Un proyecto muy sencillo puede constar de una sola subcuenca, lo normal es que tenga varias. En cada subcuenca se realizan las tres primeras etapas de cálculo. Al circular por otra subcuenca, se calcula la evolución del hidrograma generado en una subcuenca, al transitar por la subcuenca siguiente.

Para el modelo de la cuenca se utilizó la cuenca delimitada en ArcGis 10.2, la cual se convirtió a Shapefile, tanto la cuenca como la red hídrica.

### 7.2. Modelo meteorológico

En este componente, se asocian los registros de los pluviógrafos con la subcuenca que le corresponda, también se introducen los datos de los pluviómetros, se pueden utilizar precipitaciones reales, precipitaciones teóricas o tormentas de diseño.

Para este estudio se utilizó las precipitaciones máximas registradas en 24 horas para diferentes periodos de retorno y finalmente se disgregó la precipitación en diferentes duraciones.

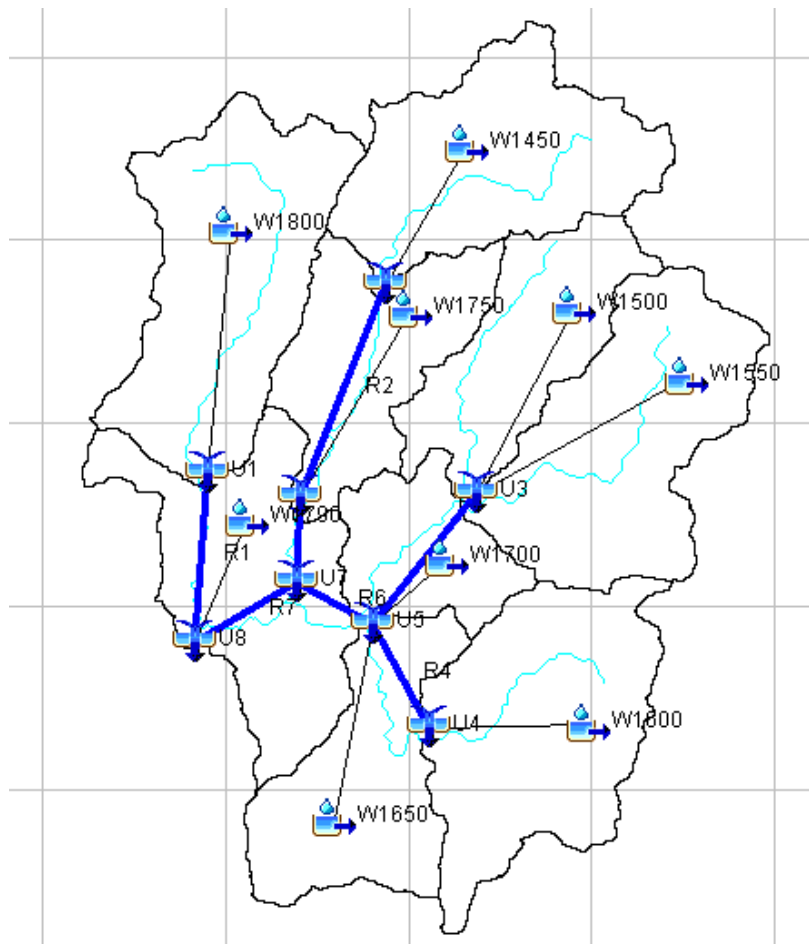
### 7.3. Especificaciones de control

En este componente, se indican cuando debe empezar y terminar los cálculos, así como el incremento del tiempo, con el que se deben realizar los cálculos. Es decir, en este componente se indican los tiempos de simulación y optimización.

Por ejemplo, si en el modelo meteorológico se ha indicado que ha llovido desde las 05:00 hasta las 11:00, los cálculos deben realizarse desde las 05:00 hasta un tiempo superior a las 11:00, porque si la precipitación cesa a las 11:00, hay que permitir que el caudal generado por esa lluvia llegue a las estaciones de aforo de la cuenca, eso dependerá del tiempo de concentración.

### 7.4. Modelamiento Hidrológico de la cuenca mediante HEC-HMS.

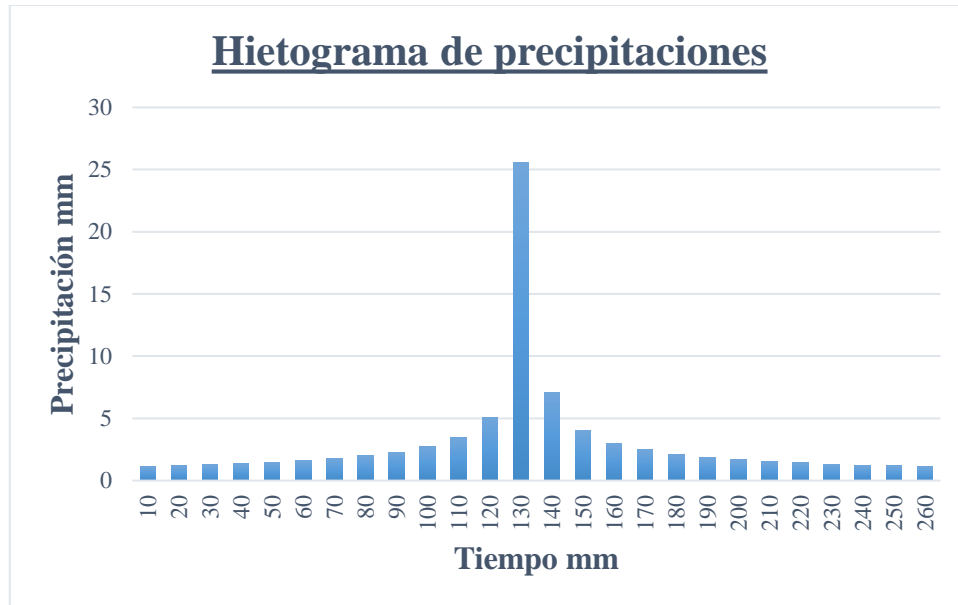
Mapa N° 4. Modelo de las subcuencas



Fuente: Elaboración propia

A continuación, presentamos un ejemplo del hietograma de precipitaciones, considerado para periodo de retorno de 50 años.

Gráfico N° 2. Hietograma de precipitaciones



Fuente: Elaboración propia

Los caudales de las subcuencas y el caudal de salida, se determina, realizando el tránsito de avenidas por el método de Muskingum, este método modela el almacenamiento volumétrico de creciente en un canal de un río mediante la combinación del almacenamiento de cuña y prisma. Durante el avance de la onda de creciente, el caudal de entrada es mayor que el caudal de salida, siendo un almacenamiento de cuña.

Este método trabaja con dos parámetros<sup>1</sup>, siendo X que fluctúa con valores de 0 y 0.3 con un valor medio cercano de 0.2 y el valor de K según bibliografía revisada tiene un valor igual a 0.6 del tiempo de concentración.

---

<sup>1</sup> Estos valores se encuentran en el libro hidrología aplicada Ven Te Chow.

El valor de X depende de la forma del almacenamiento por cuña modelado, el parámetro K es el tiempo de tránsito de una honda de creciente a través del tramo de canal.

Los valores tomados de K y X tomados para el modelamiento son:

Cuadro N° 14. Parámetros del método Muskingum

Parámetros del método Muskingum		
Canal	K (hrs)	X
R1	0.64	0.2
R2	0.93	0.2
R3	0.46	0.2
R4	0.49	0.2
R5	0.4	0.2
R6	0.4	0.2
R7	0.49	0.2

Fuente: Elaboración propia

Los caudales máximos determinados realizando el modelo hidrológico con el HEC HMS de las subcuencas son:

Cuadro N° 15. Caudales máximos en las subcuencas método Muskingum con el HEC HMS

Caudales máximos en las subcuencas método Muskingum con el HEC HMS								
Unión	Sub-cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Qmax. (m <sup>3</sup> /seg)					
			5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
1	W1800	13.2	58.50	71.60	92.00	110.10	130.90	154.40
2	W1450	13.6	56.00	67.90	86.50	103.40	122.60	144.50
3	W1500	9.2	92.90	114.50	148.50	178.90	213.60	253.20
	W1550	15						
4	W1600	15	39.40	50.80	69.40	86.50	106.50	129.60
5	W1650	10.4	143.70	179.40	236.30	287.70	346.90	414.90
	W1700	6.1						
	R4	-						
	R3	-						
6	W1750	9.8	67.6	82.2	104.9	125.1	148.5	175.3
	R2	-						
7	R5	-	199	245.3	318.7	386.2	463.9	552.8
	R6	-						

Caudales máximos en las subcuencas método Muskingum con el HEC HMS								
Unión	Sub-cuenca	Área (km2)	Qmax. (m3/seg)					
			5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
8	W1790	13.2	248.6	305.5	396.7	478.5	572.6	680.2
	R1	-						
	R7	-						

Fuente: Elaboración propia

## 8. Caudales maximos por metodos directos

La utilización de los llamados métodos directos requiere contar con observaciones de caudales o niveles de agua en el punto de interés. Los registros permiten hacer un análisis de frecuencia de la variable de interés y entregar como resultado una relación entre la magnitud de la crecida y su probabilidad de ocurrencia o, en otras palabras, asociar a cada valor de crecida una probabilidad.

Al no contar con registros en la sección de análisis de la cuenca, es posible determinar el caudal de máxima avenida, observando las huellas de avenida en la sección y haciendo huso de la ecuación de Manning. La sección al contar con un levantamiento topográfico es posible determinar todas las propiedades de la sección para el uso de la ecuación de Manning, con la ayuda del paquete AutoCAD Civil 3D.

La ecuación de Manning es:

$$Q_{max} = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$



Donde:

$Q_{max}$  = Caudal máximo de máxima avenida, en m<sup>3</sup>/seg.

$n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional.

$A$  = Área de la sección de aforo, en m<sup>2</sup>.

$R$  = Radio hidráulico, en m.

$S$  = pendiente del rio, en m/m.

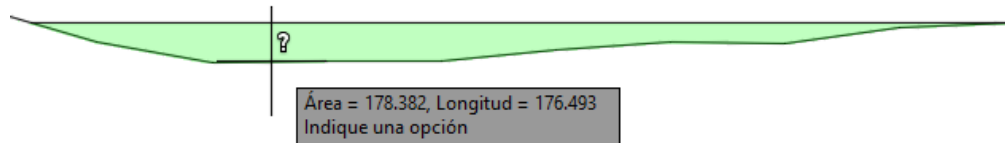
La ecuación del radio hidráulico es:

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

$P$  = perímetro mojado, en m.

Sus propiedades de la sección de aforo es el siguiente:



Cuadro N° 16. Caudales máximos por método directo

Área (m <sup>2</sup> )	178.38
Espejo de agua (m)	85.74
Perímetro (m)	176.49
Perímetro mojado (m)	90.75
Pendiente (m/m)	0.012
Radio hidráulico (m)	1.97
Rugosidad de Manning	0.04
Caudal máximo (m <sup>3</sup> /seg)	766.57

Fuente: Elaboración propia

Indicar que la seccion analisada para el metodo directo corresponde al tramo entre las progresivas K1+630 a K1+670.

## **9. Resumen de los caudales maximos determinados para diseño**

### **9.1. Caudales máximos para puentes**

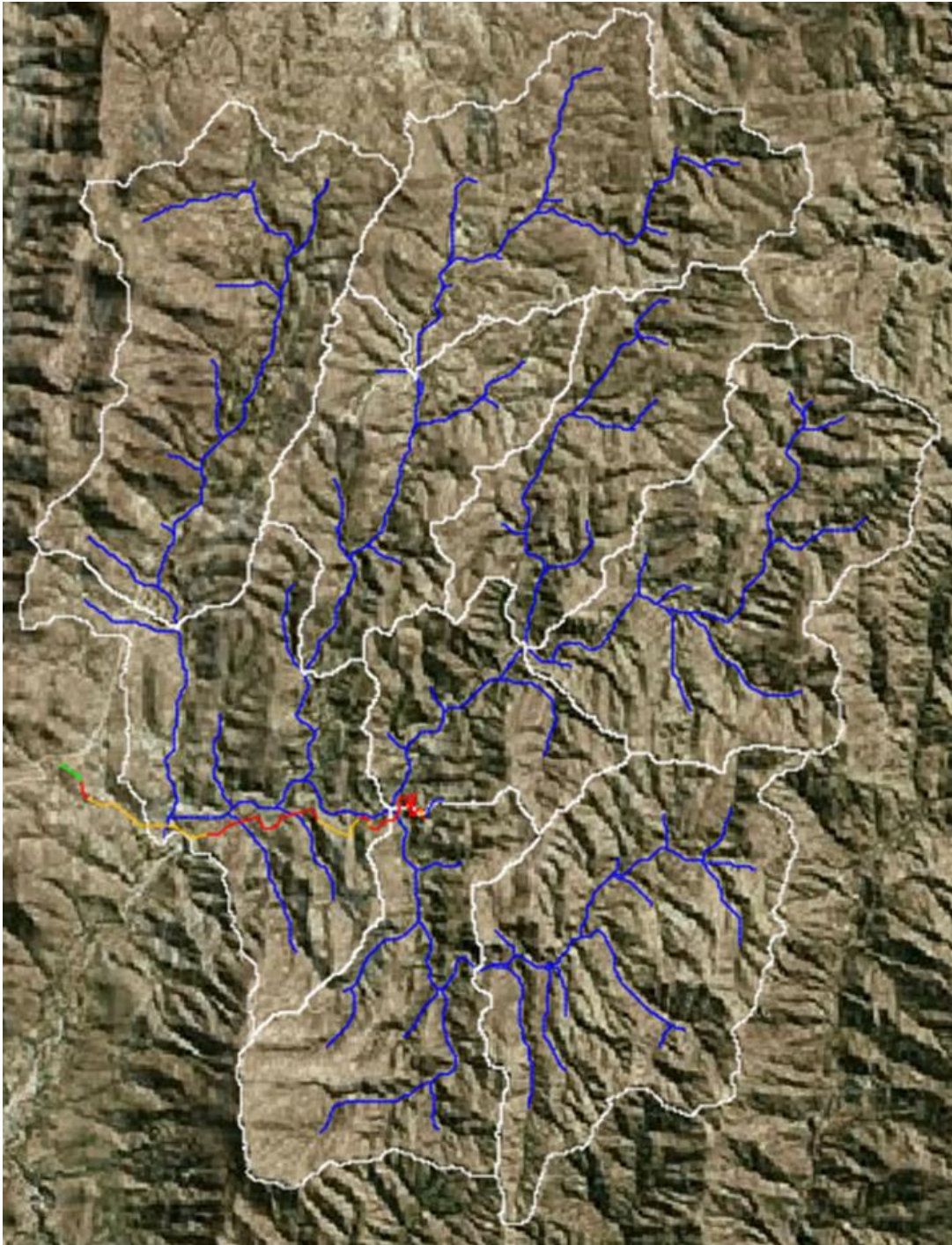
Los puentes se han decidido colocar según muestra el siguiente cuadro; los valores de caudales que se decidió tomar para el diseño hidráulico de los puentes corresponden al determino con el modelado del HEC HMS.

Cuadro N° 17.Caudales de diseño para puentes

Caudales de diseño para puentes			
Progresiva	Área de aporte (km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Caudal (m <sup>3</sup> /seg)
1+640	107.6	100	572.6
5+500	25.4	100	137.3

Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 1. Cauces que interceptan el camino con necesidad de dos puentes



Fuente: Elaboración propia

## 10. Longitudes de puentes

Los puentes deben ser diseñados de modo que las alteraciones u obstáculos que estos presenten ante estos cursos de agua sean previstos y puedan ser admitidos en el desempeño de la estructura a lo largo de su vida útil o se tomen medidas preventivas. Para esto deben establecerse las características del sistema fluvial. Entre las características que determinaremos serán las longitudes de los puentes, en función a la avenida máxima.

De acuerdo a la red de drenaje estudiado en el estudio hidrológico se ara el colocado de 2 puentes, por lo tanto, el primer puente estará ubicado entre las progresivas 1+630 KM a la 1+670 Km y el segundo puente entre las progresivas 5+495 KM a la 5+507 KM.

Cuadro N° 1: Características definidas de los puentes

Característica	Primer puente	Segundo puente
Altura del puente (m)	6	6
Longitud del puente (m)	40	12

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 1: Calculo del tirante normal, para el primer puente.

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Ancho de solera (b):  m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m

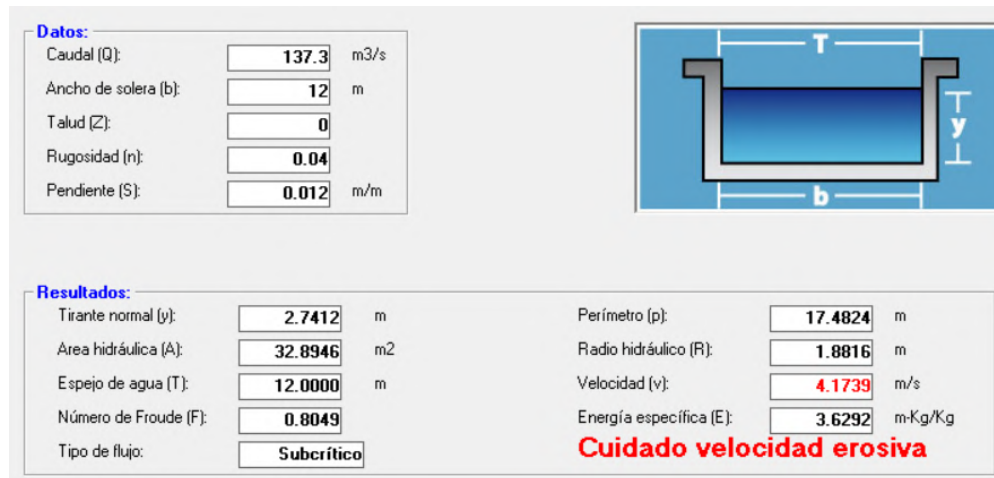


**Resultados:**

Tirante normal (y): <input type="text" value="2.8449"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="45.6897"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="113.7941"/> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="2.4906"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="40.0000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="5.0319"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="0.9525"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="4.1354"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	<b>Cuidado velocidad erosiva</b>

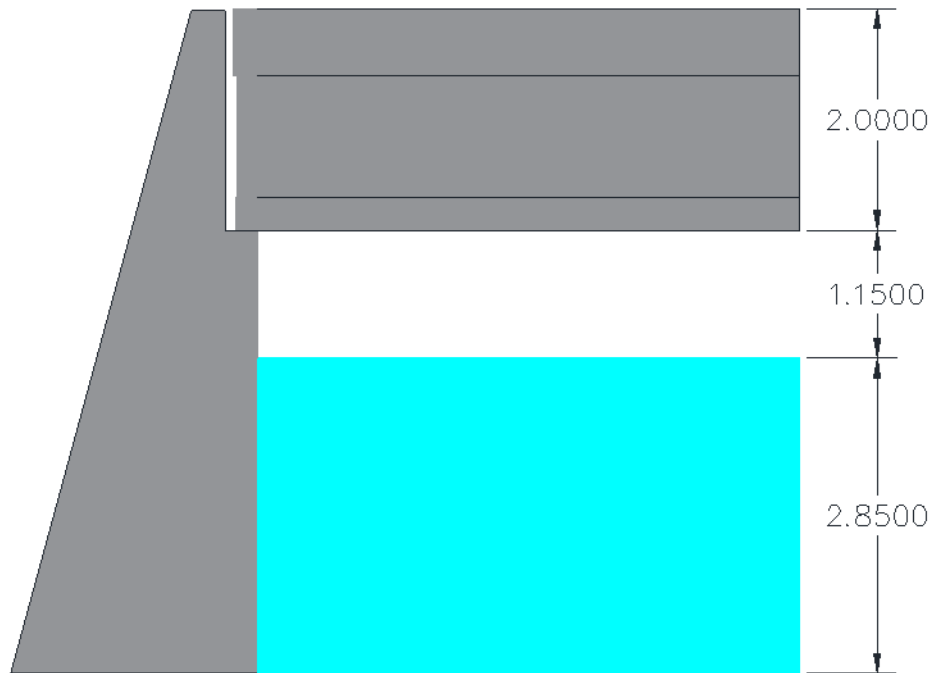
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2: Calculo del tirante normal, para el segundo puente.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3: Representación esquemática del primer puente y el tirante de agua



Fuente: Elaboración propia

## DISEÑO DE DRENAJE TRANSVERSAL

### 1.1. Criterios de diseño

Las obras viales se diseñan para durar la vida útil, es decir el tiempo (en años) que debe permanecer la plataforma de la carretera y sus obras accesorias (obras de arte) en servicio y sin falla. Para un determinado caudal de diseño  $Q$ , el período de retorno es el tiempo transcurrido entre los eventos para los cuales este caudal  $Q$  es excedido.

Los valores recomendados en la tabla de referencia son los que se presentan a continuación:

Tabla N° 1. Período de diseño

Tipo de obra	Tipo de ruta	Período de retorno		Vida útil (años)	Riesgo de falla (%)	
		Diseño	Verificación		Diseño	Verificación
Puentes y viaductos	Carretera	200	300	50	22	15
	Camino	100	150	50	40	28
Alcantarillas ( $S > 1.75$ m <sup>2</sup> ) o $H_{terra} \geq 10$ m y estructuras enterradas	Carretera	100	150	50	40	28
	Camino	50	100	30	45	26
Alcantarillas ( $s < 1.75$ m <sup>2</sup> )	Carretera	50	100	50	64	40
	Camino	25	50	30	71	45
Drenaje de la plataforma	Carretera	10	25	10	65	34
	Camino	5	10	5	67	41
Defensa de riberas	Carretera	100		20	18	
	Camino	100		20	18	

Fuente: Manual de la ABC “Manual de hidrología y drenaje”

## 2. Drenaje transversal de la carretera

### 2.1. Alcantarillas

Se define como alcantarilla a la estructura cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera.

La densidad de alcantarillas en un proyecto vial influye directamente en los costos de construcción y de mantenimiento, por ello, es muy importante tener en cuenta la adecuada elección de su ubicación, alineamiento y pendiente, a fin de garantizar el paso libre del flujo que intercepta la carretera, sin que afecte su estabilidad.

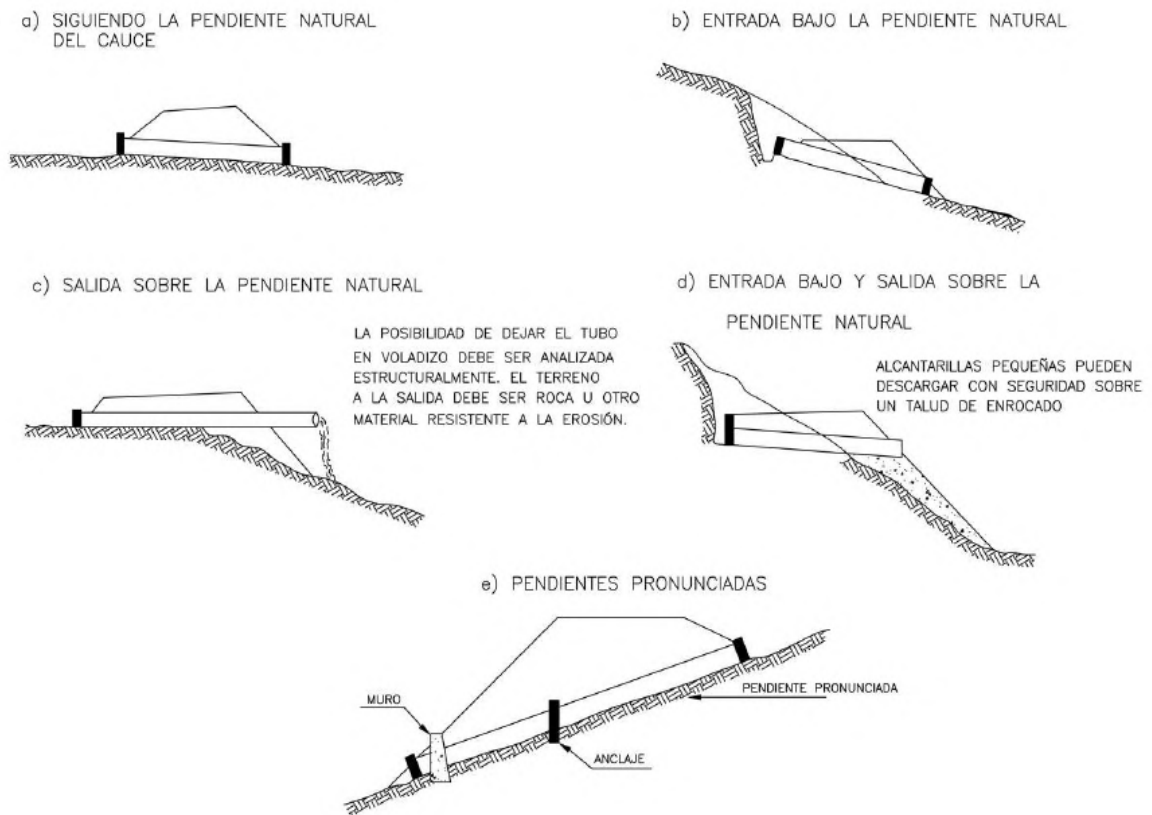
La ubicación óptima de las alcantarillas depende de su alineamiento y pendiente, la cual se logra proyectando dicha estructura siguiendo la alineación y pendiente del cauce natural. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el incremento y disminución de la pendiente influye en la variación de la velocidad de flujo, que a su vez incide en la capacidad de transporte de materiales en suspensión y arrastre de fondo.

En la proyección e instalación de alcantarillas el aspecto técnico debe prevalecer sobre el aspecto económico, es decir que no pueden sacrificarse ciertas características hidráulicas sólo con el objetivo de reducir los costos. Sin embargo, es recomendable que la ubicación, alineamiento y pendiente que se elija para cada caso, estará sujeta al buen juicio del especialista, quien deberá estudiar los aspectos hidrológicos, hidráulicos, estructurales y fenómenos de geodinámica externa de origen hídrico, para obtener finalmente la solución más adecuada compatible con los costos, operatividad, servicialidad y seguridad de la carretera.

La ubicación de la alcantarilla en planta, ideal es la que sigue la dirección de la corriente, sin embargo, según requerimiento del proyecto la ubicación natural puede desplazarse, lo cual implica el acondicionamiento del cauce, a la entrada y salida con la construcción de obras de encauzamiento u otras obras complementarias.

La pendiente longitudinal de la alcantarilla debe ser tal que no altere desmesuradamente los procesos geomorfológicos, como la erosión y sedimentación, por ello, los cambios de pendiente deben ser estudiados en forma cuidadosa, para no incidir en dichos procesos que pueden provocar el colapso de la estructura.

Figura N° 1. Tipos de colocados de alcantarillas



Fuente: Manual de la ABC “Manual de hidrología y drenaje”

## 2.2. Elección del tipo de alcantarilla

Los tipos de alcantarillas comúnmente utilizadas en proyectos de carreteras son; marco de concreto, tuberías metálicas corrugadas, tuberías de concreto y tuberías de polietileno de alta densidad.

Las secciones más usuales son circulares, rectangulares y cuadradas. En ocasiones especiales que así lo ameriten puede usarse alcantarillas de secciones parabólicas y abovedadas.

En carreteras de alto volumen de tránsito y por necesidad de limpieza y mantenimiento de las alcantarillas, se adoptará una sección mínima circular de 0.90 m (36”) de diámetro o su equivalente de otra sección, salvo en cruces de canales de riego donde se adoptarán secciones de acuerdo a cada diseño particular.



Las alcantarillas tipo marco de concreto de sección rectangular o cuadrada pueden ubicarse a niveles que se requiera, como colocarse de tal manera que el nivel de la rasante coincida con el nivel superior de la losa o debajo del terraplén. Generalmente, se recomienda emplear este tipo de alcantarillas cuando se tiene la presencia de suelos de fundación de mala calidad.

En el caso del proceso constructivo de tuberías para alcantarillas múltiples, se recomienda que la separación de los tubos, medida entre las superficies externas, deberá ser tal que facilite la compactación del material de relleno igual a la mitad del diámetro de la tubería con un máximo de 1.0 m y 0.4 m como mínimo.

### **2.3. Materiales para alcantarillas**

La elección del tipo de material de la alcantarilla depende de varios aspectos, entre ellos podemos mencionar el tiempo de vida útil, costo, resistencia, rugosidad, condiciones del terreno, resistencia a la corrosión, abrasión, fuego e impermeabilidad. En conclusión, no es posible dar una regla general para la elección del tipo de material a emplear en la construcción de la alcantarilla, sino que además de los aspectos mencionados anteriormente depende del tipo de suelo, del agua y principalmente de la disponibilidad de materiales en el lugar.

### **2.4. Recomendaciones y factores a tomar en cuenta para el diseño de una alcantarilla**

- Utilizar el período de retorno para el diseño.
- Para asegurar la estabilidad de la carretera ante la presencia de asentamientos provocados por filtraciones de agua, la alcantarilla debe asegurar la impermeabilidad.
- La durabilidad, altura de relleno disponible para la colocación de la alcantarilla, cargas actuantes sobre la alcantarilla y calidad y tipo de terreno existente.
- El caudal de diseño, pendiente del cauce, velocidad de flujo, material de arrastre, pendiente de la alcantarilla y rugosidad del conducto.

Se debe tener en cuenta la velocidad, parámetro que es necesario verificar de tal manera que se encuentre dentro de un rango, cuyos límites se describen a continuación.

Tabla N° 2. Velocidades máximas admisibles para alcantarillas

Velocidades máximas admisibles	
Tipo de revestimiento	Velocidad (m/seg)
Concreto	3.0-6.0
Ladrillo con concreto	2.5-3.5
Mampostería de piedra y concreto	2

Fuente: Hcanales, Máximo Billón B.

Se deberá verificar que la velocidad mínima del flujo dentro del conducto no produzca sedimentación que pueda incidir en una reducción de su capacidad hidráulica, recomendándose que la velocidad mínima sea igual a 0.25 m/s.

Asimismo, se debe tener muy en cuenta la velocidad de flujo a la salida de la alcantarilla, generalmente esta velocidad es mayor que la velocidad de escurrimiento en el cauce natural y debe limitarse a fin de evitar procesos de socavación del cauce aguas abajo de la estructura y no afecte su estabilidad.

El borde libre en alcantarillas es un parámetro muy importante a tomar en cuenta durante su diseño hidráulico, por ello, las alcantarillas no deben ser diseñadas para trabajar a sección llena, ya que esto incrementa su riesgo de obstrucción, afectando su capacidad hidráulica.

Se recomienda que el diseño hidráulico considere como mínimo el 25% de la altura, diámetro o flecha de la estructura.

Si la velocidad del flujo a la entrada y particularmente a la salida de la alcantarilla es alta, puede producir procesos de socavación local que afecte su estabilidad, por ello, se recomienda la protección del cauce natural mediante la construcción de emboquillados de piedra, enchapado de rocas acomodadas u otros tipos de revestimientos, los cuales deberán extenderse hasta zonas donde la socavación local no tenga incidencia sobre la protección.

Una medida para reducir la velocidad del flujo, es la construcción de aliviaderos de entrada y salida de la alcantarilla en forma escalonada con el objetivo de disipar la energía hidráulica.

### **3. Diseño hidráulico**

El cálculo hidráulico considerado para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas y cunetas a proyectarse, es lo establecido por la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías, por ser el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación, la cual permite obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación.

$$V = \frac{R^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = VA$$

Donde:

Q = Caudal, en m<sup>3</sup>/seg.

V = Velocidad del flujo, en m/seg.

A = Área de la sección hidráulica, en m<sup>2</sup>.

P = Perímetro mojado, en m.

R = Radio hidráulico, en m.

S = Pendiente de fondo, en m/m.

n = Coeficiente de Manning.

### **4. Cálculos de diseño**

#### **4.1. Alcantarillas**

El diseño de las secciones de las alcantarillas se logro realizar con el aplicativo Hidra Flow. Es un aplicativo que viene dentro el programa del AutoCAD Civil 3D.

Las alcantarillas se han decidido colocar según muestra en los siguientes cuadros; los valores de caudales que se decidió tomar para el diseño hidráulico de las alcantarillas de paso corresponden al determinado con el método racional. Para el coeficiente de escorrentía C, en el suelo es de 0.5 y para el camino 0.83. Para las alcantarillas de alivio, los caudales de diseño son los provenientes de las cunetas.

Cuadro N° 1. Caudales de diseño y alcantarillas de paso

Progresiva de posición	Lado	Área aporte (km <sup>2</sup> )	Periodo de retorno (años)	Q de aporte (m <sup>3</sup> /s)	Alcantarilla tipo
0+897	LI	2.550	50	25.2	DTC 3(2X1.8)
2+420	LD	0.210	50	8.0	DTC 2(1.4X1.4)
2+730	LD	1.650	50	24.3	DTC 3(2X1.8)
3+572	LD	1.350	50	18.7	DTC 2(2X2)
4+531	LD	0.280	50	7.8	DTC 2(1.5X1.5)

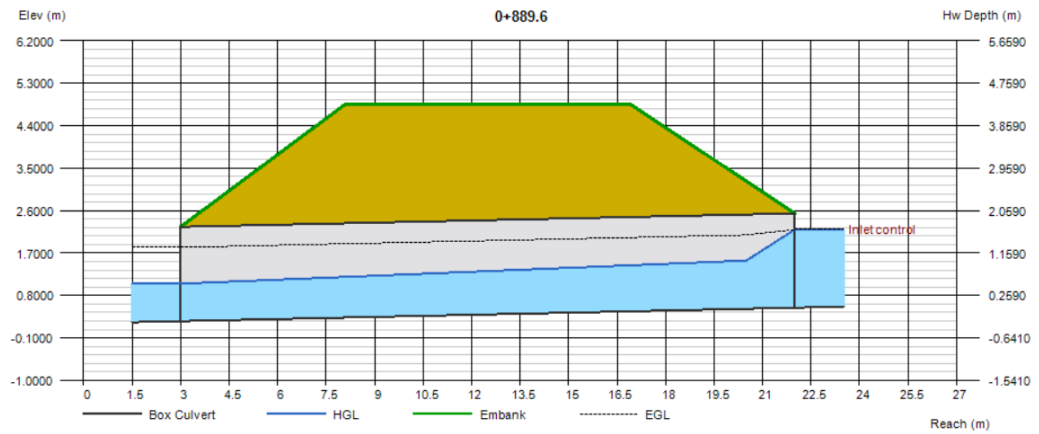
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 2. Alcantarillas de alivio

Progresiva de posición	Lado	Q de cunetas (m <sup>3</sup> /s)	Alcantarilla tipo
1+135	LI	1.34	1ATH Ø 0.9
1+365	LI	0.73	1ATH Ø 0.9
4+180	LD	0.83	1ATH Ø 0.9
4+760	LD	0.43	1ATH Ø 0.9
4+960	LD	0.56	1ATH Ø 0.9
5+090	LD	0.91	1ATH Ø 0.9

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2. Representación esquemática de diseño hidráulico prog. 0+897



Q			Veloc		Depth		HGL			
Total	Pipe	Over	Dn	Up	Dn	Up	Dn	Up	Hw	Hw/D
(cms)	(cms)	(cms)	(m/s)	(m/s)	(mm)	(mm)	(m)	(m)	(m)	
10.0000	10.0000	0.0000	3.2890	2.3570	405.3838	565.6898	0.6614	1.1067	1.4195	0.4392
15.0000	15.0000	0.0000	3.6657	2.6988	545.5916	741.0632	0.8016	1.2821	1.7052	0.5821
20.0000	20.0000	0.0000	3.9409	2.9710	676.6556	897.5619	0.9327	1.4386	1.9626	0.7108
25.0000	25.0000	0.0000	4.1901	3.2009	795.5274	1041.3730	1.0515	1.5824	2.2010	0.8300

Fuente: Elaboración propia

## DISEÑO DE DRENAJE LONGITUDINAL

### 1. Drenaje longitudinal de la carretera

El agua que fluye sobre la plataforma de una carretera es aportada ya sea por los taludes superiores adyacentes, o por el escurrimiento local. Este flujo debe ser encauzado de tal manera que no se produzcan daños a la carretera ni se afecte su transitabilidad. En esta sección se detallan los distintos tipos de obras necesarios para captar y eliminar las aguas, asegurando así la estabilidad, durabilidad, y transitabilidad de la carretera.

#### 1.1. Criterios de diseño

La velocidad del agua sobre la plataforma de la carretera debe estar comprendida entre límites apropiados; ni muy baja que produzca obstrucciones por la sedimentación de materiales acarreados, y ni muy alta que produzca cualquier tipo de erosión. Con el fin de propiciar la auto limpieza y evitar la erosión, la pendiente transversal debe fijarse en el rango de 0.5% a 2%. La sedimentación excesiva (de grava, arena y limo) debe evitarse mediante un programa adecuado de conservación y mantenimiento.

Tabla N° 1. muestra valores de velocidades máximas admisibles de agua para varios tipos de superficie.

Velocidades máximas admisibles de agua.	
Tipo de superficie	Velocidad máxima (m/seg)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.2-0.6
Arena arcillosa dura, margas duras	0.6-0.9
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.6-1.2
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.2-1.5
Hierba	1.2-1.8
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.4-2.4
Mampostería, rocas duras	3-4.5*
Concreto	4.5-6*

\*Indicados para flujos de muy corta duración.

Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

## 1.2. Cunetas

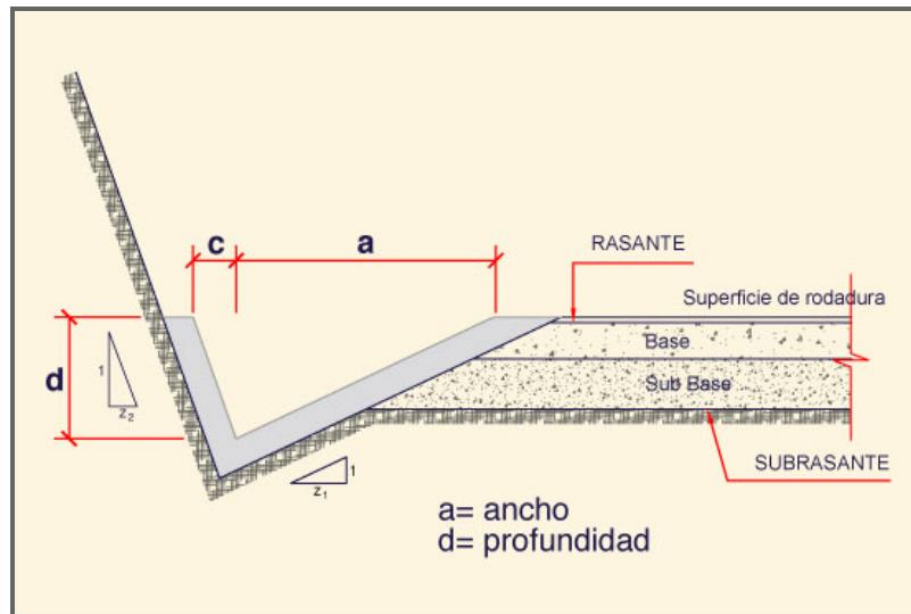
Las cunetas son zanjas longitudinales ubicadas a ambos lados de la carretera o, en su defecto, a un solo lado, revestidas o no revestidas, con el objeto de captar, conducir, y evacuar en forma adecuada los flujos de agua superficial.

Las cunetas se proyectan para todos los tramos ubicados al pie de los taludes de corte, y/o en los lugares donde se esperen flujos considerables de agua que puedan interferir con la transitabilidad de la carretera. La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, o rectangular; en la práctica, la cuneta triangular es la más usada.

El ancho **a** se mide desde el borde de la cuneta adyacente a la plataforma, hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad **d** se mide verticalmente desde el nivel del borde de la rasante hasta el fondo o vértice de la cuneta triangular (Figura N° 1).

El talud interior  $z_1$  de una cuneta ( $z_1 H : 1 V$ ) es función de la velocidad y volumen de tráfico de la carretera, como se indica en la tabla N° 2 (Ministerio de transportes y comunicaciones, Perú). El talud exterior  $z_2$  usualmente sigue la inclinación del talud del corte adyacente.

Figura N° 1: Sección típica de una cuneta triangular



Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

Tabla N° 2. Valores de diseño de talud interior Z1

Valores de diseño de talud interior Z1		
Velocidad de diseño (km/hr)	Trafico promedio diario (número de vehículos día)	
	≤ 750	> 750
≤ 70	2:1*	3:1
	3:1	3:1
>70	3:1	4:1

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú

\*Indicado solo para casos muy especiales, en los que se requiera una sección de corte reducida, (terrenos escarpados), la que contara con elementos de protección (guardavías).

El manual de diseño geométrico de carreteras del A.B.C. en la sección 3.3.4. Elementos de la infraestructura para sección en corte, propone las inclinaciones máximas del talud interior de la cuneta como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N° 3. Inclinaciones máximas del talud interior de la cuneta

Inclinaciones máximas del talud interior de la cuneta	
Velocidad de proyecto (km/hr)	Relación (V:H)
≤ 70	1:2
80-90	1:2.5
100	1:3
120	1:4

Fuente: Manual de la ABC “Manual de hidrología y drenaje”

En el caso típico de cuencas pequeñas, con áreas tributarias menores a 2.5 km<sup>2</sup>, el caudal de diseño Q se determina utilizando el método racional. Para cuencas mayores, es recomendable el uso del método del hidrograma unitario.



La profundidad óptima de una cuneta es aquella que pueda pasar el caudal de diseño Q estando la cuneta llena de agua. La velocidad media correspondiente al caudal de diseño debe ser menor o igual a la velocidad máxima admisible. de lo contrario, será necesario revestir la cuneta con mampostería o concreto. El revestimiento de concreto deberá tener una resistencia a la compresión  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y un espesor de 7.5 cm.

En la tabla N° 4 se muestra las dimensiones mínimas de cunetas de sección triangular. Debe construirse una berma exterior de recepción, con un ancho mínimo de 0.60 m (entre la cuneta y el pie del talud de corte), con el fin de decepcionar la posible caída de materiales del talud superior, evitando así que éstos se depositen en la cuneta. Las cunetas deben mantenerse (mediante limpieza y remoción de materiales) por lo menos dos veces al año, usualmente antes y después de la estación lluviosa. En los casos en que el ancho de la plataforma esté limitado, pueden proyectarse cunetas que sirvan no sólo para drenaje pluvial, sino también como área de emergencia (berma). En estos casos, la solución puede consistir de cunetas cubiertas o berma-cunetas.

La descarga de agua de las cunetas se efectúa mediante alcantarillas de alivio. En regiones áridas, la longitud de las cunetas será de 250 m como máximo. En regiones húmedas, la longitud máxima de una cuneta debe ser 200 m. Deberá hacerse una evaluación exhaustiva del lugar de descarga de las cunetas, con el fin de evitar que el flujo local afecte negativamente las propiedades vecinas.

Tabla N° 4. Dimensiones mínimas de cunetas de sección triangular

Dimensiones mínimas de cunetas de sección triangular			
Clima	Precipitación media anual (mm)	Profundidad d (m)	Ancho a (m)
Árido	$P \leq 400$	0.2	0.5
Semiárido a subhúmedo	$400 < P \leq 1600$	0.3	0.75
húmedo	$1600 < P \leq 3200$	0.4	1.2
Híper húmedo	$P > 3200$	0.3*	1.2
*sección trapezoidal, con ancho de fondo $b = 0.3 \text{ m}$ como mínimo			

Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

### 1.3. Zanjas de coronación

Una zanja de coronación (o cuneta de coronación) se construye en la parte superior de un talud de corte, con el objeto de colectar las aguas que bajan por las pendientes naturales y conducir las hacia el área de descarga más próxima del sistema general de drenaje, evitando de este modo la erosión del terreno, particularmente en zonas con pendiente pronunciada como se muestra en la siguiente figura:

Figura N° 2: Detalle típico de una zanja de coronación.



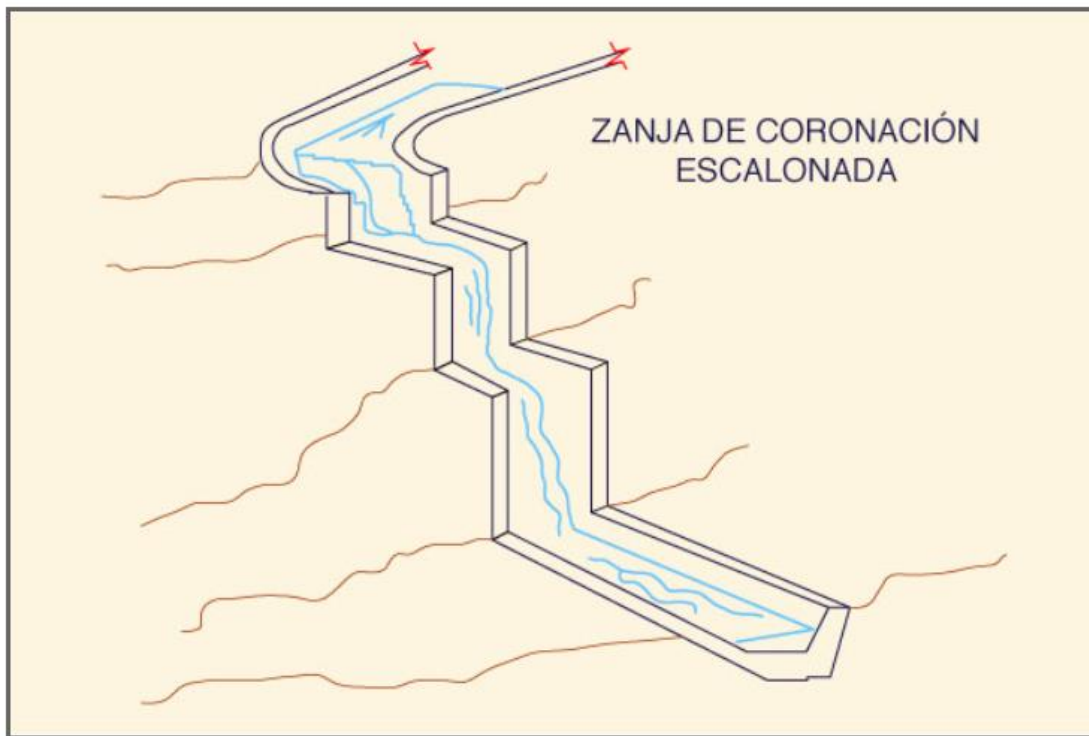
Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

Las zanjas de coronación son normalmente de forma rectangular, pero también pueden ser trapezoidales, si se requiere un mayor tamaño.

Es recomendable sembrar especies naturales a ambos lados de la zanja (pastos, ichu, maleza, raíces, o árboles). También pueden incluirse ramas cortadas amarradas entre sí en forma de estructuras alargadas. Éstas se entierran o se colocan como estacas siguiendo el contorno de un talud, para evitar que el agua erosione bajo la cuneta y ésta se obstruya con sedimentos.

En el caso en que la pendiente longitudinal sea mayor de 2%, es necesario que la zanja o canal tenga un recubrimiento de concreto simple o enrocado. Para pendientes mayores, las zanjas deben ser escalonadas con emboquillado de piedra bajo la caída. De preferencia, estas zanjas deben drenar a la quebrada más próxima.

Figura N° 3: Detalle de una zanja de coronación escalonada.

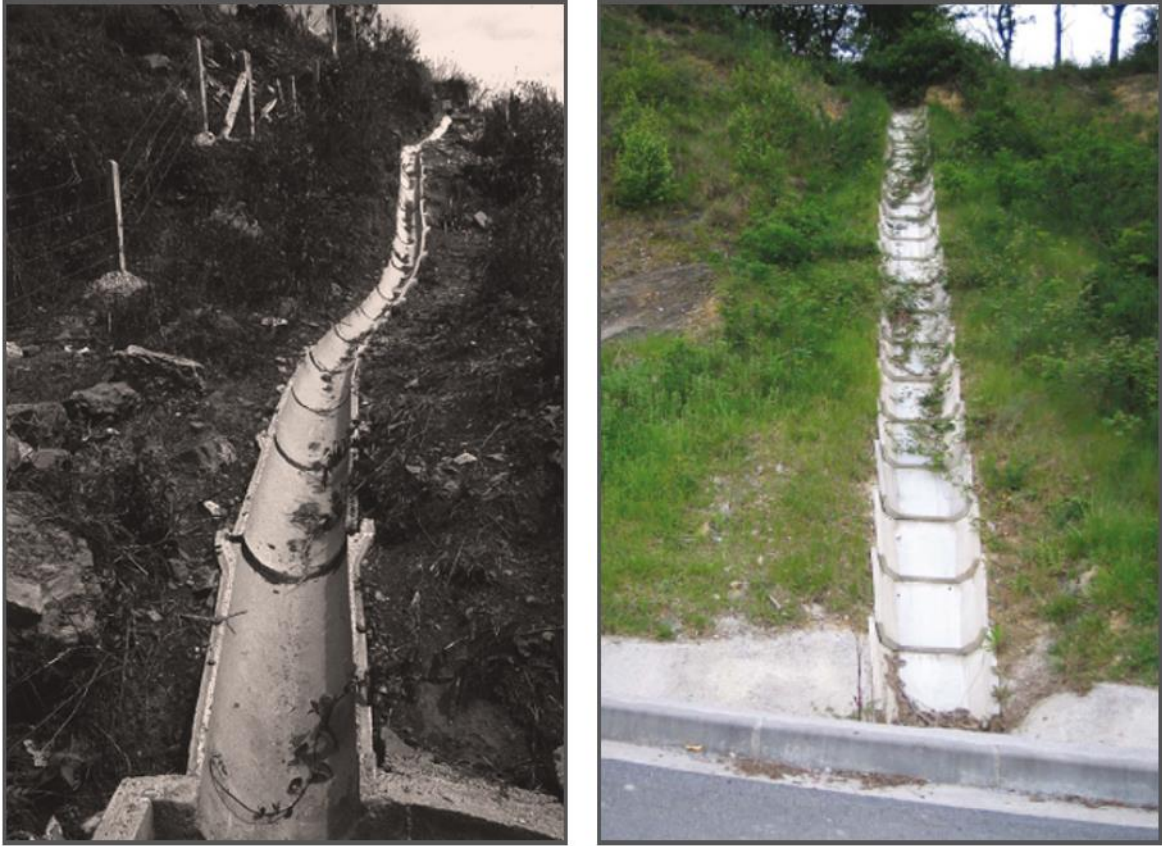


Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

Las zanjas de coronación suelen no ser necesarias en taludes de suelos resistentes a la erosión, con declives de 2 H : 1 V o menores, o donde se hayan adoptado medidas efectivas de control de erosión.

Las bajantes o rápidas son una serie de pequeñas canaletas prefabricadas alineadas formando un canal de fuerte pendiente, con el propósito de evacuar en forma controlada el flujo de las zanjas de coronación (Fig. 4). La bajante debe conectar directamente a una alcantarilla, o en su defecto, a una alcantarilla cercana.

Figura N° 4: Ejemplos de bajantes



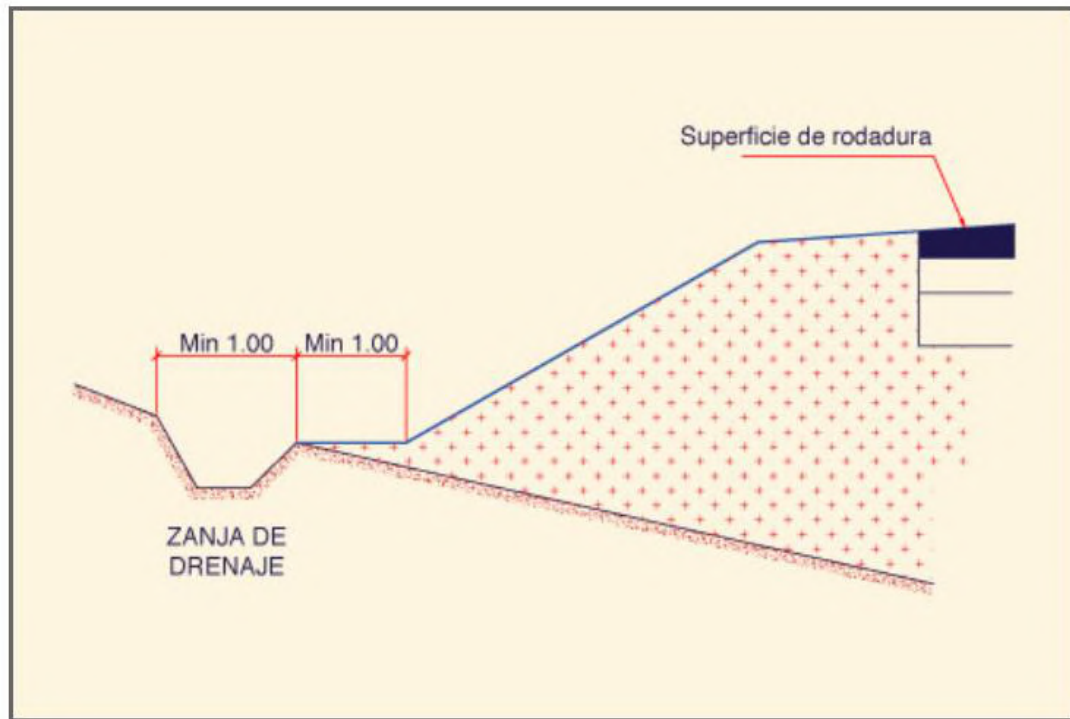
Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

#### **1.4. Zanjas de drenaje**

Las zanjas de drenaje se construyen en la parte inferior de los taludes de relleno en forma longitudinal, lateral, o transversal al alineamiento de la carretera. Estas zanjas colectan las aguas que bajan por el talud y terrenos adyacentes, y las conducen hacia la quebrada o descarga más próxima del sistema general de drenaje, evitando de este modo la erosión del terreno.

Normalmente las zanjas de drenaje son de forma rectangular, pero también pueden ser trapezoidales, si se requiere una mayor dimensión.

Figura N° 5: Detalle típico de una zanja de drenaje



Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

### 1.5. Cunetas de banqueta

Las cunetas de banqueta se ubican al pie del talud inclinado de cada banqueta, las cuales consisten en la construcción de una o más terrazas sucesivas con el objetivo de estabilizar un talud.

Estas cunetas pueden tener sección triangular, rectangular o trapezoidal, de acuerdo al caudal que transportará. Su descarga se efectuará hacia un curso natural o mediante caídas escalonadas hacia las cunetas.

Figura N° 6: Detalle típico de una serie de cunetas de banqueta.



Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

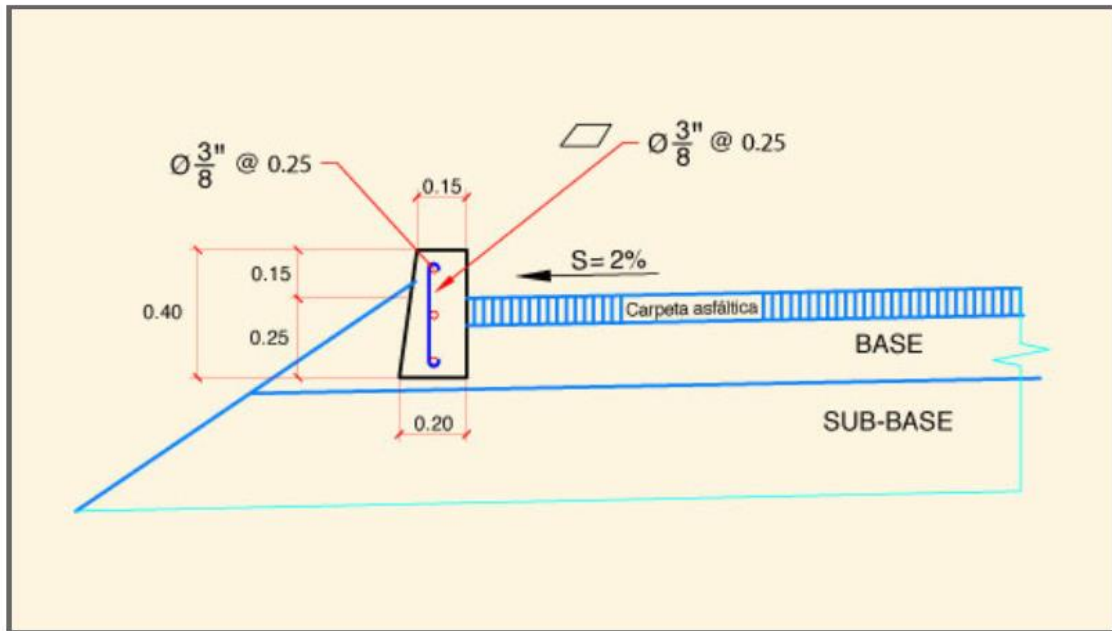
### 1.6. Bordillos

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por efecto del bombeo discurre sobre la plataforma de la carretera. Los bordillos descargan el agua mediante aliviaderos ubicados en sitios adecuados, con el objetivo de evitar la erosión de los taludes de terraplenes que estén conformados por material erosionable.

Los bordillos se construyen en los terraplenes mayores de 1.5 m de altura. Se emplazan en el lado exterior de la plataforma y generalmente tienen una sección trapezoidal con base inferior de 0.2 m, base superior de 0.15 m y altura de 0.40 m, sobresaliendo de la superficie de rodadura 0.15 m. Son usualmente de concreto, reforzados con varillas de construcción de 3/8" de diámetro, espaciados cada 0.20 m en forma de malla simple.

En los tramos en tangente, debe dejarse un espacio libre para la descarga del escurrimiento hacia aliviaderos ubicados a una distancia de 50 a 100 m.

Figura N° 7: Detalle típico de un bordillo de concreto armado



Fuente: Drenaje de carreteras, Víctor Miguel Ponce

### 1.7. Drenaje en cunetas

Las cunetas son diseñadas con la ayuda del Excel, ya que es posible programarlo e ir revisando a medida que se va cargando los datos, la condicionante es que el caudal determinado con la ecuación de Manning para la sección de la cuneta sea mayor o igual al caudal de aporte determinado por el método racional. El tipo de sección de la cuneta es triangular y trapecoidal en lugares con pendiente baja.

Cuadro N° 1. Caudales máximos para diseño de cunetas

Caudales máximos para diseño de cunetas				
Tramo de progresiva		Lado	Área aporte. (km <sup>2</sup> )	Q de aporte (m <sup>3</sup> /s)
DE	A			
0+000	0+080	LD	0.0023	0.07
0+000	0+060	LI	0.0002	0.01
0+080	0+540	LD	0.0341	0.61
0+897	1+000	LI	0.0506	1.20
1+000	1+135	LI	0.0379	0.70
1+135	1+220	LI	0.0323	0.64
1+220	1+325	LI	0.0197	0.49
1+365	1+437	LI	0.0050	0.24
1+437	1+609	LI	0.0422	0.96
1+540	1+609	LD	0.0002	0.01
1+800	1+880	LI	0.0009	0.02
1+800	1+880	LD	0.0004	0.01
2+090	2+188	LD	0.0105	0.51
2+188	2+420	LD	0.0227	0.66
3+040	3+320	LD	0.0648	0.96
3+320	3+580	LD	0.0177	0.42
3+850	4+180	LD	0.0283	0.68
4+180	4+350	LD	0.0386	0.83
4+350	4+530	LD	0.0106	0.37
4+550	4+760	LD	0.0298	0.43
4+760	4+960	LD	0.0159	0.38
4+960	5+090	LD	0.0051	0.13
5+090	5+270	LD	0.0402	0.91
5+270	5+470	LD	0.0098	0.37
5+360	5+470	LI	0.0003	0.02
5+560	5+900	LD	0.0112	0.35
5+880	6+080	LI	0.0052	0.19
6+050	6+200	LD	0.0037	0.17
6+180	6+410	LI	0.0073	0.27
6+370	6+500	LD	0.0082	0.40
6+590	6+780	LI	0.0040	0.18
6+610	6+760	LD	0.0004	0.03
6+880	6+980	LD	0.0026	0.15

Fuente: Elaboración propia



Cuadro N° 2. Diseño de cunetas

Q de aporte (m3/s)	Coef. Manning	Talud		Base (m)	Tirante de agua (m)	Pendiente (m/m)	Área de sec. (m2)	Radio hidr. (m)	Parámetro ancho "a"	Velocidad (m/s)	Caudal (m3/s)	Qmannig > Qaporte
		Za	Zb									
0.07	0.012	0.3	2	0	0.4	0.027	0.184	0.14	0.8	3.70	0.68	ok
0.01	0.012	0.3	2	0	0.4	0.027	0.184	0.14	0.8	3.70	0.68	ok
0.61	0.012	0.3	2	0	0.4	0.045	0.184	0.14	0.8	4.77	0.88	ok
1.20	0.012	0.3	2	0.2	0.4	0.054	0.264	0.17	0.8	6.05	1.60	ok
0.70	0.012	0.3	2	0.3	0.4	0.013	0.304	0.19	0.8	3.12	0.95	ok
0.64	0.012	0.3	2	0.2	0.4	0.0271	0.264	0.17	0.8	4.29	1.13	ok
0.49	0.012	0.3	2	0.2	0.4	0.009	0.264	0.17	0.8	2.47	0.65	ok
0.24	0.012	0.3	2	0	0.4	0.1189	0.184	0.14	0.8	7.76	1.43	ok
0.96	0.012	0.3	2	0	0.4	0.1189	0.184	0.14	0.8	7.76	1.43	ok
0.01	0.012	0.3	2	0	0.4	0.1189	0.184	0.14	0.8	7.76	1.43	ok
0.02	0.012	0.3	2	0	0.4	0.046	0.184	0.14	0.8	4.82	0.89	ok
0.01	0.012	0.3	2	0	0.4	0.046	0.184	0.14	0.8	4.82	0.89	ok
0.51	0.012	0.3	2	0	0.4	0.095	0.184	0.14	0.8	6.93	1.28	ok
0.66	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0706	0.184	0.14	0.8	5.98	1.10	ok
0.96	0.012	0.3	2	0.3	0.4	0.027	0.304	0.19	0.8	4.50	1.37	ok
0.42	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0389	0.184	0.14	0.8	4.44	0.82	ok
0.68	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0654	0.184	0.14	0.8	5.75	1.06	ok
0.83	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0654	0.184	0.14	0.8	5.75	1.06	ok
0.37	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0847	0.184	0.14	0.8	6.55	1.20	ok
0.43	0.012	0.3	2	0.3	0.4	0.0045	0.304	0.19	0.8	1.84	0.56	ok
0.38	0.012	0.3	2	0	0.4	0.043	0.184	0.14	0.8	4.66	0.86	ok
0.13	0.012	0.3	2	0	0.4	0.044	0.184	0.14	0.8	4.72	0.87	ok
0.91	0.012	0	2	0.2	0.4	0.106	0.24	0.16	0.8	8.02	1.92	ok
0.37	0.012	0.3	2	0	0.4	0.11	0.184	0.14	0.8	7.46	1.37	ok
0.02	0.012	0.3	2	0	0.4	0.11	0.184	0.14	0.8	7.46	1.37	ok
0.35	0.012	0.3	2	0	0.4	0.119	0.184	0.14	0.8	7.76	1.43	ok
0.19	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0663	0.184	0.14	0.8	5.79	1.07	ok
0.17	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0847	0.184	0.14	0.8	6.55	1.20	ok
0.27	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0847	0.184	0.14	0.8	6.55	1.20	ok
0.40	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0914	0.184	0.14	0.8	6.80	1.25	ok
0.18	0.012	0.3	2	0	0.4	0.11	0.184	0.14	0.8	7.46	1.37	ok
0.03	0.012	0.3	2	0	0.4	0.11	0.184	0.14	0.8	7.46	1.37	ok
0.15	0.012	0.3	2	0	0.4	0.0764	0.184	0.14	0.8	6.22	1.14	ok

Fuente: Elaboración propia