

ANEXO 5
DISEÑO GEOMÉTRICO

ANEXO 5

DISEÑO GEOMÉTRICO

Para el diseño de la ciclo vía se debe tener en cuenta principalmente las siguientes condiciones:

- Un adecuado ancho, para la circulación de los ciclistas, tanto en un sentido, como en doble sentido.
- Garantizar que los peatones, ciclistas y automovilistas se perciban oportunamente unos a otros con suficiente tiempo y espacio.
- Señales claramente legibles y ubicadas apropiadamente de tal forma de facilitar las maniobras y garantizar la seguridad de circulación sobre la vía.
- Compatibilizar las velocidades de circulación en aquellos tramos de la vía en los que se encuentren los diferentes tipos de usuarios.

1. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO.

1.1. Velocidad de proyecto (V_P).

La velocidad de diseño con la cual la ciclo vía es diseñada, determina el radio y el peralte de las curvas y el ancho de la ciclo vía. Bajo condiciones normales (buenas condiciones climáticas, terreno plano y pavimento asfáltico), la velocidad de diseño es de 30 Km/h.

Si la pendiente longitudinal es pronunciada la velocidad de diseño para descensos deberá ser mayor que la empleada en tramos rectos para permitir que el ciclista aumente la velocidad con seguridad; la variación de la velocidad con la longitud y la pendiente se incluye en la Cuadro:

Tabla N° 1: Velocidad de diseño en función de la pendiente del terreno.

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	>150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	50 km/h	55 km/h
9	45 km/h	55 km/h	60 km/h

Fuente: Manual de diseño de ciclo rutas P.M.C. (plan maestro de ciclorutas Bogotá-Colombia).

En el siguiente cuadro se detalla las respectivas velocidades de diseño para los diferentes tramos del área de estudio:

Tabla N° 2: Velocidad de diseño

Tramo	Descripción	Progresiva		Pendiente máximas (%)	Longitud (m)	Velocidad de diseño (km/h)
		Inicio	Fin			
1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550	1,914	92	30
2	campo deportivo García Agreda	0+000	0+974	5,508	19	30
3	Av. La Banda	0+083	0+124	4.086	40.482	30
4	Pasaje Narváez	0+457	0+468	8.059	10.936	30
5	Av. Luis de Fuentes	0+854	0+995	8.499	140.762	50
5	Av. Luis de Fuentes	0+995	1+041	8.256	46.326	40
6	Av. Carlos Zenteno	1+345	1+373	1.766	28.292	30
6	Av. Julio Arce	1+539	1+583	2.163	43.494	30
6	Av. Mario Cossío	1+598	1+691	0.203	93.361	30
6	Av. José Avilés	1+757	1+836	1.323	78.692	30
7	Av. Horacio Aramayo	1+840	2+108	0.6350	268	30

Fuente: Elaboración propia

1.2. Peralte máximo

Como recomendación especial, el peralte de una curva nunca debe exceder el 12%; porcentajes más altos pueden causar movimientos lentos por la sensación de incomodidad de la pendiente.

Para ayudar a los ciclistas que van escalando en un camino bidireccional con curvas con pendientes mayores del 4%, el peralte no debe exceder el 8%.

1.3. Coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción depende de la velocidad, el tipo, condición y rugosidad de la superficie, tipo y condición de las llantas, y si la superficie está seca o mojada. La selección de los factores de fricción que se usan para el diseño se basa en el punto en el cual las fuerzas centrífugas ocasionan que los ciclistas perciban una sensación de incomodidad e instintivamente actúen para evitar una mayor velocidad. Extrapolando de valores utilizados en carreteras los factores de fricción para el diseño para caminos pavimentados, puede asumirse que varían desde 0,30 a 24 Km/h hasta 0,22 a 48 Km/h. Aunque no hay datos disponibles.

Tabla N° 3: Coeficiente de fricción en función de la velocidad de proyecto

Velocidad de proyecto	f
$V_p = 24 \text{ km/h}$	0.30
$V_p = 48 \text{ km/h}$	0.22

Fuente: Elaboración propia

Para superficies destapadas se sugiere que los factores de fricción se reduzcan en un 50% para permitir un margen de seguridad suficiente.

1.4. Pendiente de la vía.

1.4.1. Pendiente máxima

Los dos elementos que se deben tener en cuenta cuando se diseñan las pendientes son:

- El esfuerzo requerido para escalarlas.
- Requerimientos de seguridad en los descensos.

1.4.1.1. Longitud de pendientes

Pendientes del 3% o menos no causan ningún problema y se pueden desarrollar tramos largos con éstas. Por otro lado, de ser posible no se debe diseñar con pendientes mayores al 6%, para evitar la fatiga de los ciclistas.

El diseño de la ciclovía tiene que adecuarse al diseño de las diferentes avenidas y calles, tomando en cuenta sus respectivas pendientes que se mostrara a detalle en la siguiente tabla:

Tabla N° 4: Detalle de pendientes

Tramo	Descripción	Progresiva		Pendiente %	Longitud (m)	Manual P.M.C.
		Inicio	Fin			Pendiente <6%
1	Av. Celedonio Ávila	0+000	0+042	0,68	41,852	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+042	0+134	1,914	92,009	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+134	0+186	1,905	52,566	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+186	0+234	0,819	47,617	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+234	0+323	1,738	89,438	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+323	0+518	1,582	194,967	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+518	0+685	1,24	166,601	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+685	0+868	0,48	183,635	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+868	0+940	0,492	71,267	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	0+940	1+375	0,967	435,1	Cumple
1	Av. Celedonio Ávila	1+375	1+549	0,982	174,39	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+000	0+022	3,583	21,658	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+022	0+146	0,241	124,722	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+146	0+184	3,475	37,235	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+184	0+220	2,189	35,953	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+220	0+255	0,301	35,767	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+255	0+285	2,859	29,803	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+285	0+288	0,046	3,178	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+288	0+320	2,422	31,684	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+320	0+538	0,901	218,016	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+538	0+736	0,647	197,642	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+736	0+802	1,241	66,723	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+802	0+861	2,686	58,347	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+861	0+884	5,026	23,369	Cumple

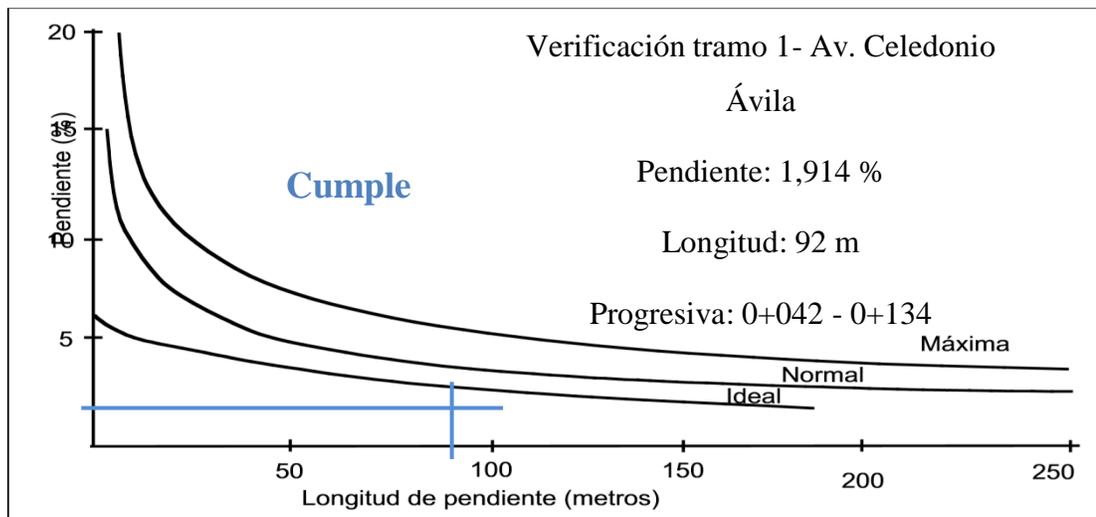
Tramo	Descripción	Progresiva		Pendiente %	Longitud (m)	Manual P.M.C.
		Inicio	Fin			Pendiente <6%
2	campo deportivo García Agreda	0+884	0+955	1,922	70,786	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+955	0+974	5,508	18,67	Cumple
3	Av. La Banda	0+000	0+061	0.139	60.856	Cumple
3	Av. La Banda	0+083	0+124	4.086	40.482	Cumple
3	Av. La Banda	0+155	0+167	0.207	11.307	Cumple
3	Av. La Banda	0+184	0+218	3.297	34.032	Cumple
3	Av. La Banda	0+246	0+300	0.102	53.822	Cumple
4	Pasaje Narváez	0+300	0+328	0.242	29.348	Cumple
4	Pasaje Narváez	0+381	0+432	5.272	51.058	Cumple
4	Pasaje Narváez	0+457	0+468	8.059	10.936	No Cumple
4	Pasaje Narváez	0+475	0+527	0.409	53.685	Cumple
4	Pasaje Narváez	0+539	0+558	4.287	18.899	Cumple
4	Pasaje Narváez	0+560	0+625	1.456	64.886	Cumple
5	Av. Luis de Fuentes	0+687	0+743	0.677	55.881	Cumple
5	Av. Luis de Fuentes	0+854	0+995	8.499	140.762	No Cumple
5	Av. Luis de Fuentes	0+995	1+041	8.256	46.326	No Cumple
5	Av. Luis de Fuentes	1+045	1+191	5.488	145.727	Cumple
5	Av. Luis de Fuentes	1+233	1+302	5.058	68.770	Cumple
5	Av. Luis de Fuentes	1+303	1+345	7.023	45.082	No Cumple
6	Av. Carlos Zenteno	1+345	1+373	1.766	28.292	Cumple
6	Av. Carlos Zenteno	1+400	1+468	0.690	68.026	Cumple
6	Av. Carlos Zenteno	1+490	1+520	0.005	30.36	Cumple
6	Av. Julio Arce	1+539	1+583	2.163	43.494	Cumple
6	Av. Mario Cossío	1+598	1+691	0.203	93.361	Cumple
6	Av. José Avilés	1+757	1+836	1.323	78.692	Cumple
7	Av. Horacio Aramayo	1+840	2+108	0.6350	268	Cumple
7	Av. Horacio Aramayo	2+108	2+336	0.6350	228	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Cada cambio de pendiente deberá estar precedido por una longitud que permita al ciclista acelerar antes de empezar a escalar.

El las siguientes graficas se ilustra la longitud de la pendiente, recomendada en función del ángulo de pendiente. Verificamos las pendientes máximas admisibles para cada tramo de acuerdo a las recomendaciones que nos indica el MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

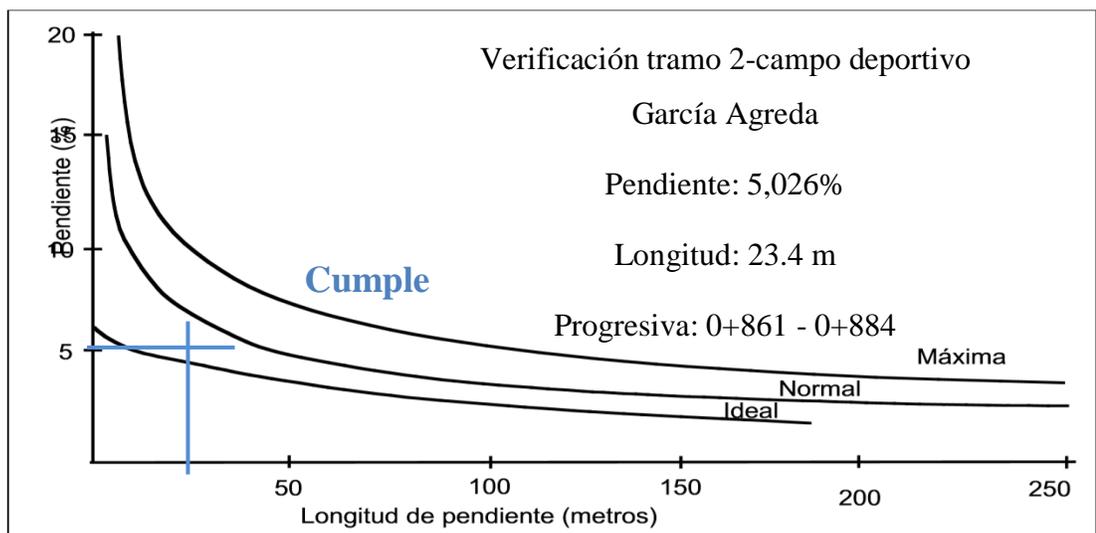
Gráfico N° 1: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 1 – av. Celedonio Ávila



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

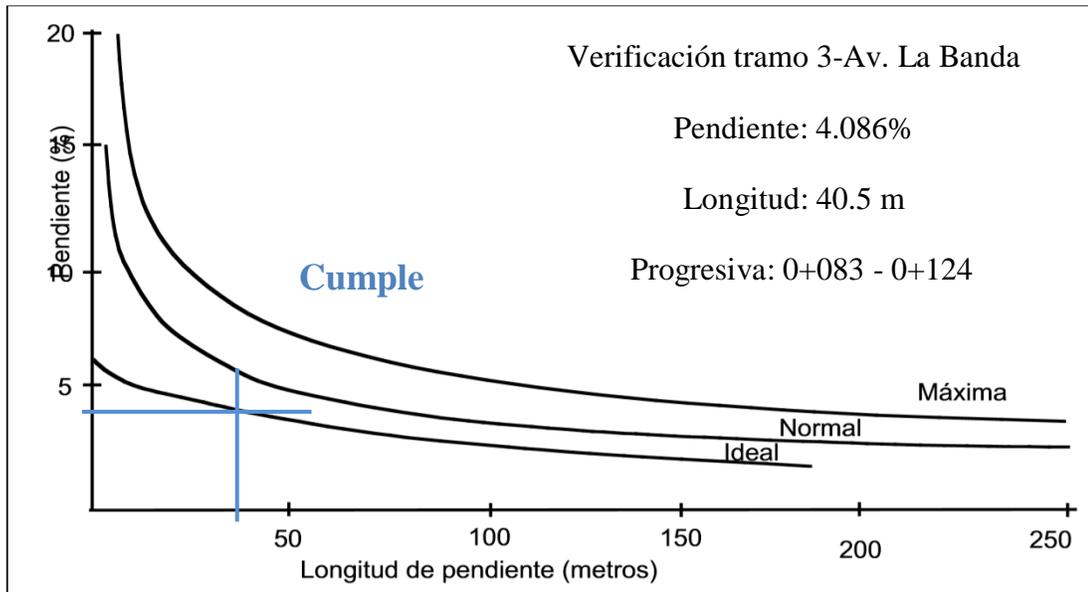
Gráfico N° 2: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 2 – campo deportivo García Agreda.



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

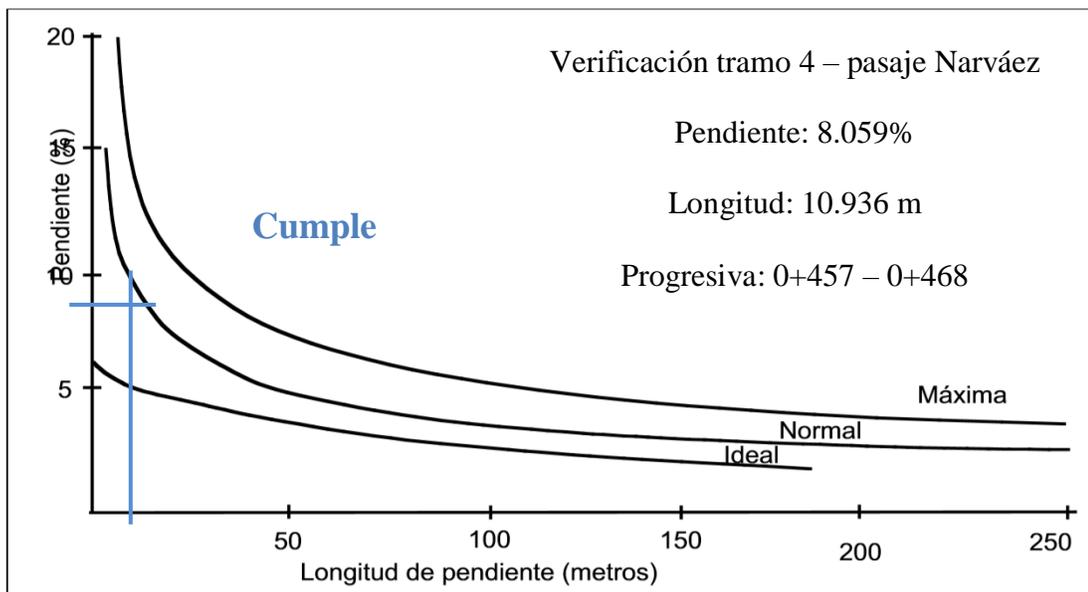
Gráfico N° 3: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 3 – av. la Banda.



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

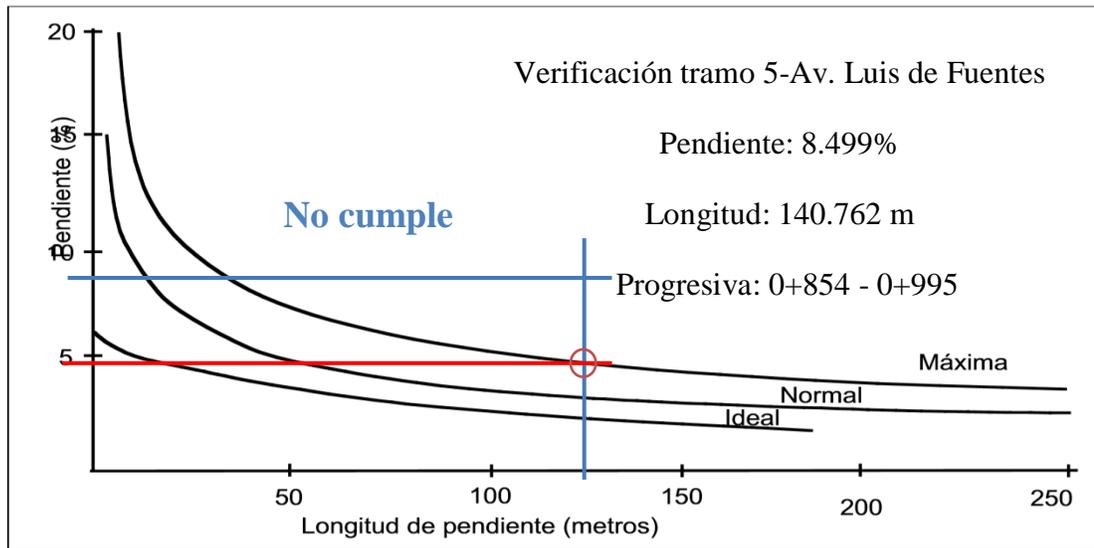
Gráfico N° 4: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 4 – pasaje Narváez.



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

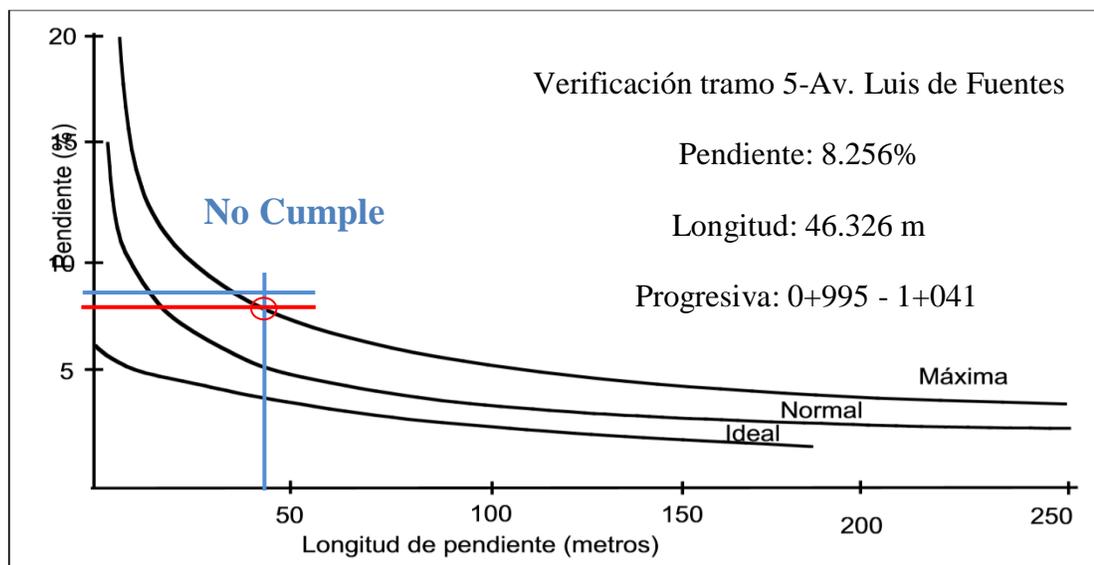
Gráfico N° 5: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 5 – av. Luis de Fuentes, progresiva 0+854-0+995.



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

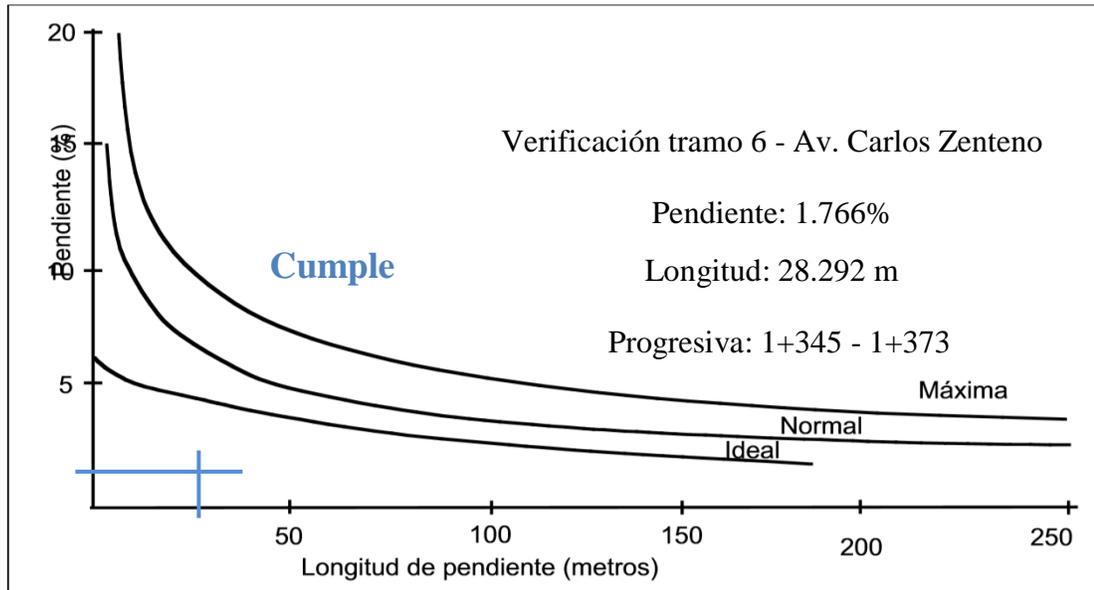
Gráfico N° 6: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 5 – av. Luis de Fuentes, progresiva 0+995-1+041.



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

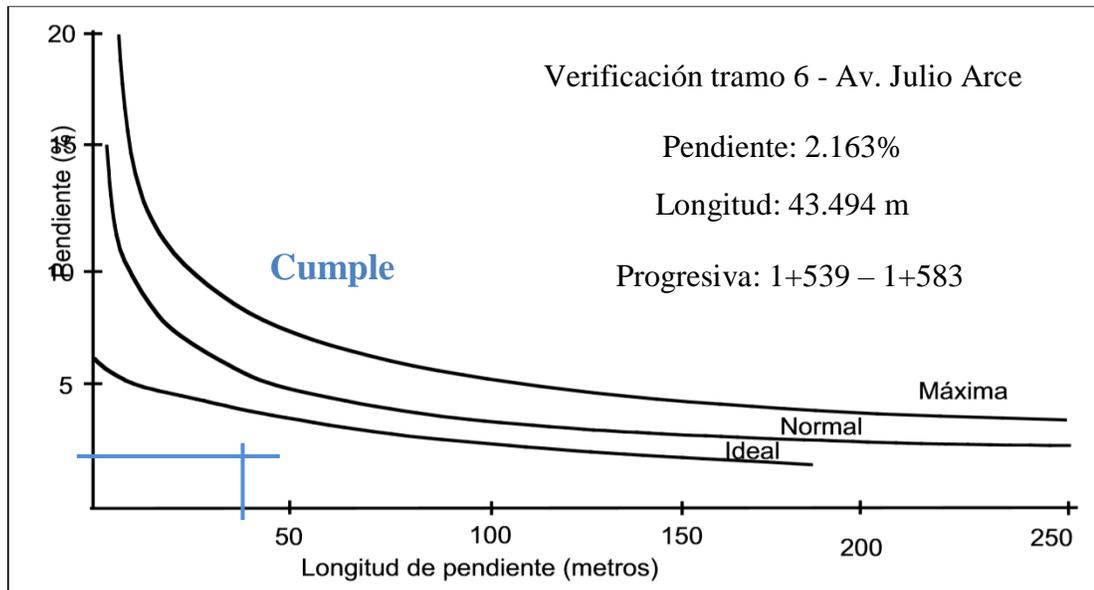
Gráfico N° 7: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 6 – av. Carlos Zenteno



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

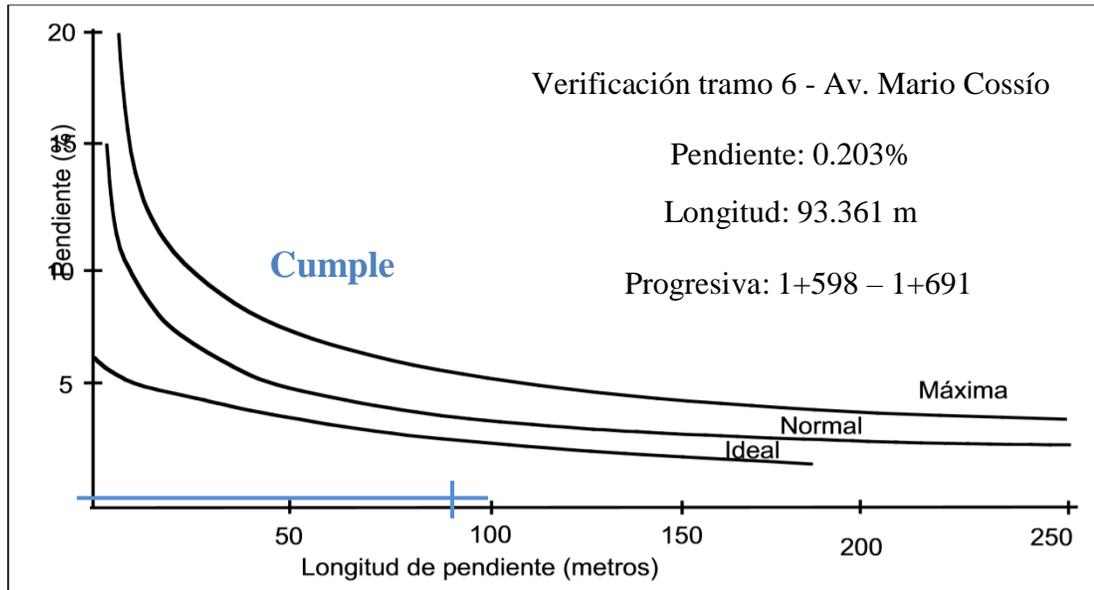
Gráfico N° 8: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 6 – av. Julio Arce



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

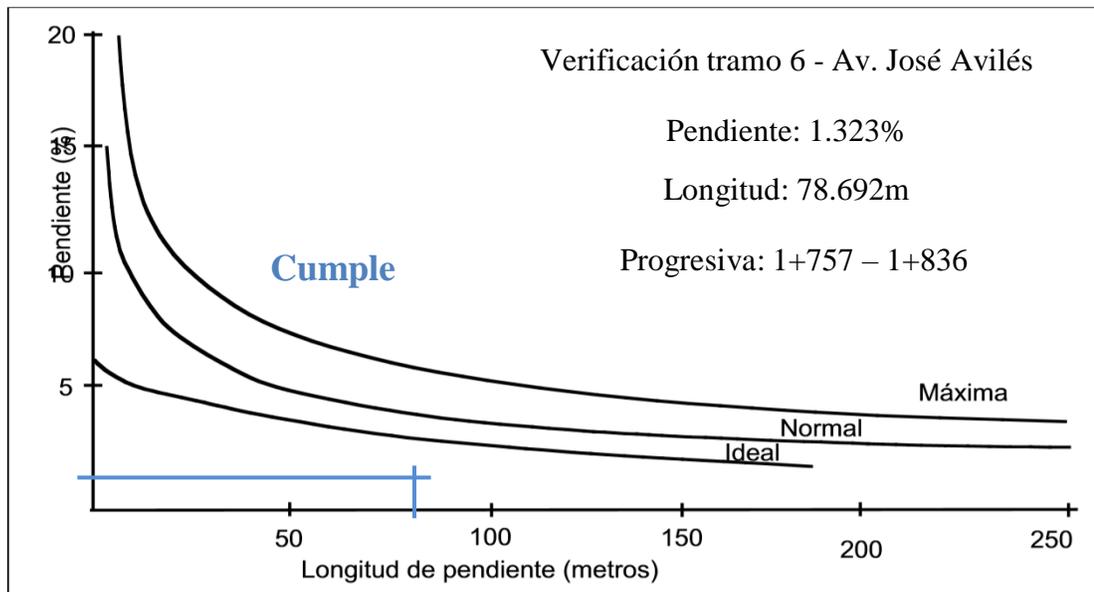
Gráfico N° 9: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 6 – av. Mario Cossío



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

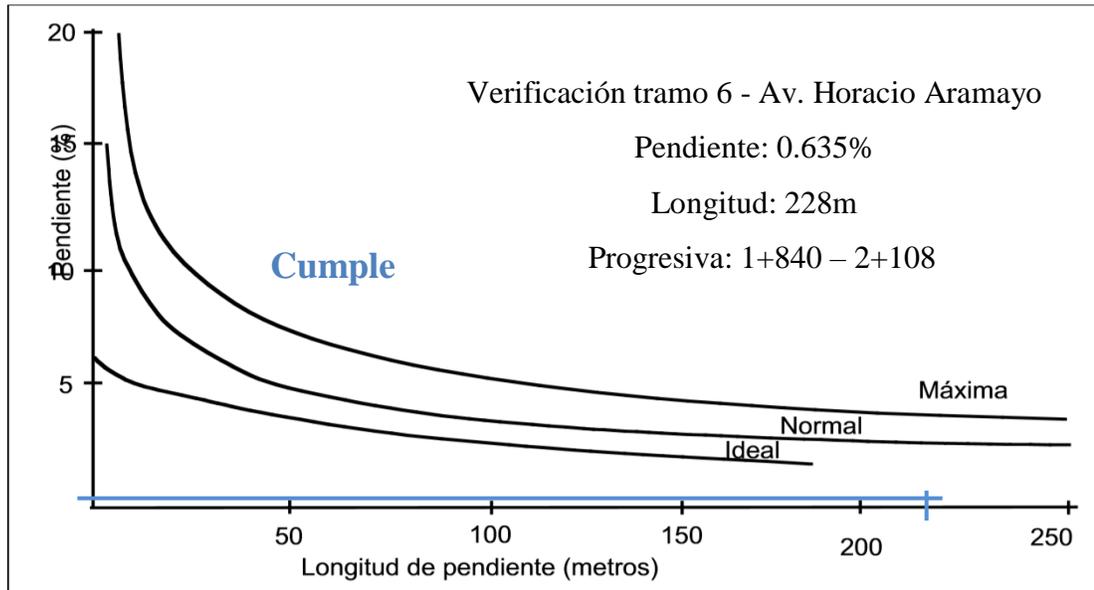
Gráfico N° 10: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 6 – av. José Avilés



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

Gráfico N° 11: Determinación de la pendiente aceptable en función de la longitud, tramo 7 – av. Horacio Aramayo.



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

La pendiente del tramo 5 (Av. Luis de Fuentes), en la progresiva 0+854 hasta la progresiva 1+041 con pendientes de 8.499% y 8.256, en una longitud de 187.088 m, no cumple con las pendientes máximas admisibles.

Representaremos las verificaciones en la siguiente tabla:

Tabla N° 5: Verificación de pendientes

Tramo	Descripción	Progresiva		Pendiente máximas (%)	Longitud (m)	Manual P.M.C.
		Inicio	Fin			Verificación
1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550	1,914	92	Cumple
2	campo deportivo García Agreda	0+000	0+974	5,508	19	Cumple
3	Av. La Banda	0+083	0+124	4.086	40.482	Cumple
4	Pasaje Narváez	0+457	0+468	8.059	10.936	Cumple
5	Av. Luis de Fuentes	0+854	0+995	8.499	140.762	No cumple
5	Av. Luis de Fuentes	0+995	1+041	8.256	46.326	No cumple
6	Av. Carlos Zenteno	1+345	1+373	1.766	28.292	Cumple

Tramo	Descripción	Progresiva		Pendiente máximas (%)	Longitud (m)	Manual P.M.C.
		Inicio	Fin			Verificación
6	Av. Julio Arce	1+539	1+583	2.163	43.494	Cumple
6	Av. Mario Cossío	1+598	1+691	0.203	93.361	Cumple
6	Av. José Avilés	1+757	1+836	1.323	78.692	Cumple
7	Av. Horacio Aramayo	1+840	2+108	0.6350	268	Cumple

Fuente: Elaboración propia

1.4.2. 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 ciclo vía tenga una pequeña pendiente longitudinal, por lo menos del orden del 0.500%.

Por estos motivos se asume una pendiente mínima de $i_{\min} = 0.500 \%$

1.5. Radios de curvatura

El radio mínimo de una curva horizontal es función del peralte de la superficie, del coeficiente de fricción entre la bicicleta y el pavimento, y de la velocidad de diseño.

La siguiente fórmula es usada para determinar el radio mínimo de curvatura:

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Donde:

R = Radio de curvatura (m).

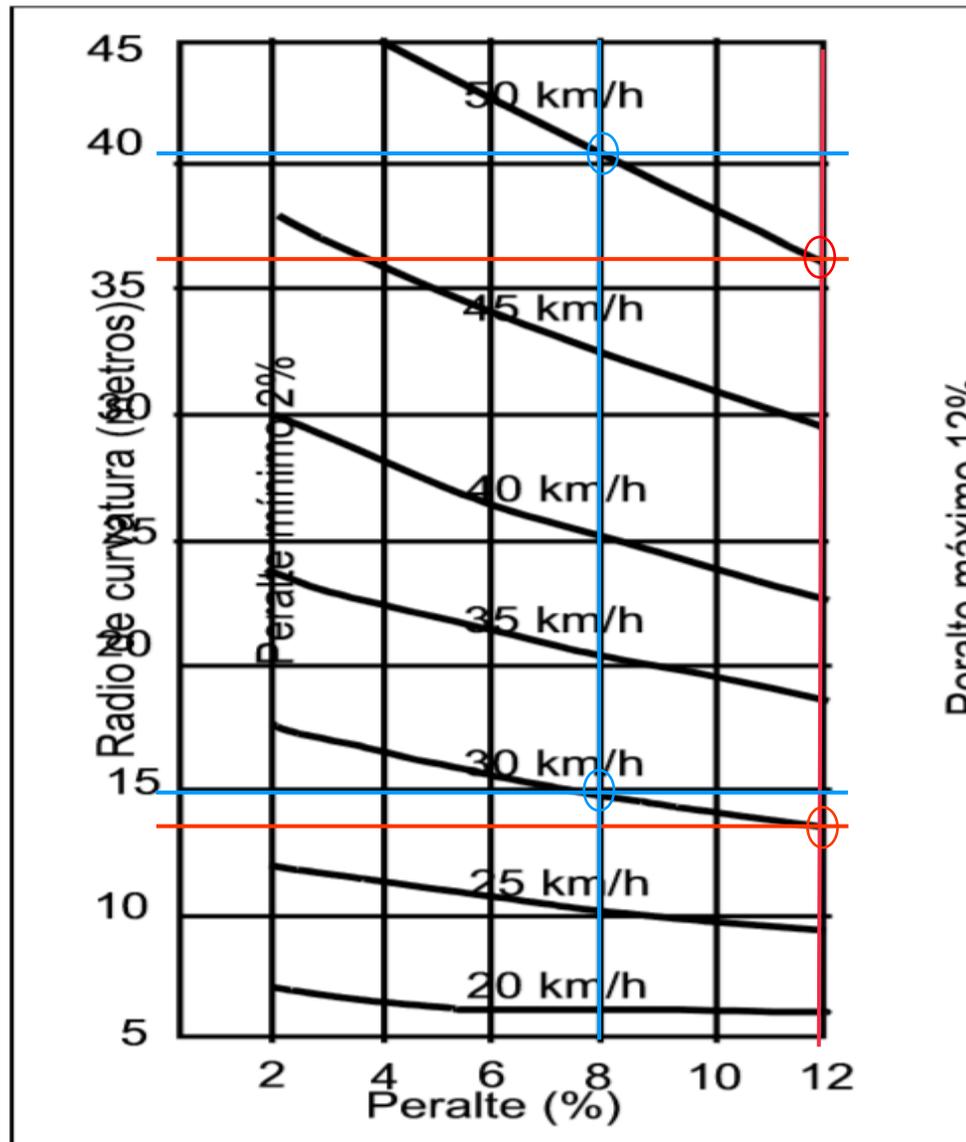
V = Velocidad de diseño (Km/h).

e = Peralte en tanto por uno (m/m).

f = coeficiente de fricción.

El siguiente grafico ilustra los radios mínimos de curvatura en función del peralte y la velocidad de diseño de una ciclo vía.

Gráfico N° 12: Radio de curvatura en función del porcentaje del peralte y de la velocidad de diseño.



Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclorutas. Para Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

Fuente: Elaboración propia.

La línea roja determina el radio de curvatura mínimo, para una velocidad de diseño de 30km/h y 50 km/h en un peralte máximo de 12%

Y las líneas azules para pendientes pronunciadas con un peralte máximo de 8 %

Los valores del radio de curvatura mínima determinada en la anterior grafica se detalla en la siguiente tabla:

Tabla N° 6: Radio de curvatura en función del porcentaje del peralte y de la velocidad de diseño.

Para un peralte máximo de 8%		
Velocidad de diseño (km/h)	e máx. (%)	Radio de curvatura mínima (m)
30 km/h	8%	15 m
50 km/h	8%	41 m
Para un peralte máximo de 12%		
Velocidad de diseño (km/h)	e máx. (%)	Radio de curvatura mínima (m)
30 km/h	12%	13 m
50 km/h	12%	36 m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 7: Radios de curvatura en función de la velocidad de diseño.

Velocidad de diseño	Peralte 2%	Peralte 8%	Peralte 12%	Superficies destapadas peralte 2%
20 Km/h	7.5 m	6.66 m	6.1 m	14.3 m
25 Km/h	11.7 m	10.38 m	9.5 m	22.4 m
30 Km/h	16.9 m	14.92	13.6 m	32.2 m
35 Km/h	23.0 m	20.3	18.5 m	43.8 m
40 Km/h	30.0 m	26.52	24.2 m	57.3 m
50 Km/h	46.9 m	41.5	37.9 m	89.5 m
60 Km/h	67.5 m	59.7	54.5 m	128.8 m

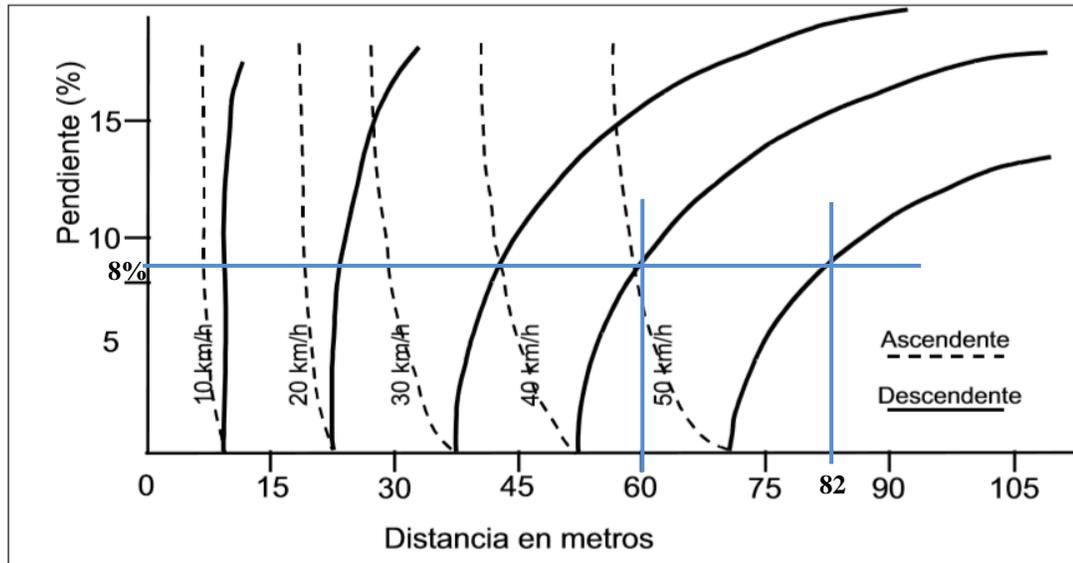
Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclorutas. Para Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

Fuente: Elaboración propia.

Los radios de curvatura de una Ciclo vía son, en general, los mismos que los de una calle o una vía. Cuando se trata de inducir a los ciclistas a frenar en cercanías de una intersección, por ejemplo, se pueden adoptar radios de 3 a 5 m para identificar el peligro. Antes, puede adoptarse una curva de 15 m de radio, la cual servirá de transición para evitar cambios bruscos en el trazado. En tramos continuos, el radio mínimo será de 30 m.

Determinación de la distancia de visibilidad en curvas horizontales para la pendiente más crítica del diseño.

Gráfico N° 13: Distancia de visibilidad en curvas horizontales, para la pendiente crítica del tramo 5 – av. Luís de Fuentes.



Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración propia.

La anterior grafica nos proporciona una alternativa para el diseño en el tramo 5 (Av. Luis de Fuentes), progresiva 0+854 hasta la progresiva 1+041, con pendientes de 8.499 % y 8.256 %, la que detallaremos en la siguiente tabla:

Tabla N° 8: Distancia de visibilidad en curvas horizontales, para la pendiente crítica, tramo 5 – av. Luís de Fuentes

	Distancia de visibilidad en curvas horizontales
Ascendente	60 m.
Descendente	82 m.

Fuente: Elaboración propia.

1.6. Distancia de visibilidad.

La distancia que un ciclista requiere para detenerse completamente al observar un obstáculo es un factor que se debe aplicar en el diseño. Esta distancia es una función del tiempo de la percepción y reacción del ciclista, el estado de la superficie, el coeficiente de fricción, la pendiente y la velocidad de diseño.

La siguiente fórmula es usada para determinar la distancia de visibilidad.

$$S = \frac{V^2}{255(G + f)} + 0.694V$$

Donde:

S = Distancia de visibilidad (m).

V = Velocidad de diseño (Km/h).

f = Coeficiente de fricción (0,25).

G = Pendiente %.

Para los tramos 1-2 y 4 el diseño de la ciclovías (bidireccionales), es recomendable que el campo de visión sea igual a dos veces la distancia de visibilidad para reducir el riesgo de colisión entre ciclistas en direcciones opuestas. Cuando esta distancia de visibilidad no se puede proveer, una línea central continua se debe pintar entre carriles desde el principio en toda la longitud de la curva, y extendida 10 m. más allá del inicio y el fin de la curva.

1.7. Longitud de curva vertical

Para mantener el mínimo campo de visión en una curva vertical, la curva necesita tener determinada longitud.

La mínima longitud requerida, para suministrar un adecuado campo de visión es una función de la visibilidad y la diferencia algebraica entre pendientes a cada lado de la cresta. La longitud en metros de la curva, debe ser menor a 0,38 veces el número de Km/h de la velocidad de diseño.

El manual de diseño de ciclo rutas P.M.C. (plan maestro de ciclorutas Bogotá-Colombia), nos proporciona los siguientes parámetros para determinar la longitud de la curva vertical. El tiempo de percepción – reacción del ciclista generalmente se asume como 2,5 segundos; el coeficiente de fricción como 0,25; dichos factores, permiten representar vagamente un sistema de frenos en superficie húmeda.

Tabla N° 9: Parámetros para determinar longitud de curva vertical

Tiempo de percepción – reacción	t = 2.5 s
Coeficiente de fricción	f = 0.25
Altura de los ojos del ciclista	H1 = 1.40 m
Altura del objeto	H2 = 0.0 m

Fuente: Elaboración propia

La siguiente fórmula es usada para determinar la mínima longitud de curva vertical:

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \quad \text{Cuando } S > L$$

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \quad \text{Cuando } S < L$$

Donde:

L = Longitud mínima de curva vertical (m).

S = Mínima distancia (m).

A = Diferencia algebraica de pendientes (m).

H1 = 1,40 m (altura de los ojos del ciclista).

H2 = 0,0 m (altura del objeto).

1.8. Sobreancho o ampliación.

1.8.1. Sobreancho en el interior de las curvas.

Cuando se toma una curva estrecha con radios menores de 32 m, el ciclista se inclina al tomar la curva, y esta operación incrementa el riesgo de colisión; en consecuencia, la pista debe estar ensanchada en el interior de la curva.

El manual de diseño de ciclo rutas P.M.C. (plan maestro de ciclorutas Bogotá-Colombia).

Nos proporciona valores del sobreancho o ampliación requeridos, siendo una función del radio de curvatura:

Tabla N° 10: Sobreancho en el interior de la curva.

Radio de curvatura (m)	Sobreancho requerido (Pendiente entre 0% y 3%) (mm)
24 a 32	250
16 a 24	500
8 a 16	750
0 a 8	1000

Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

1.8.2. Sobreancho de ciclovías en pendientes.

A causa de las altas velocidades que se alcanzan en los descensos, se debe disponer de espacio adicional para maniobrar con ellas; el ciclista necesita una sobreancho para realizar las correcciones en su trayectoria; por otro lado, un ciclista escalando una pendiente necesita un corredor ancho, pues él tiene la necesidad de trenzarse desde un

lado hacia otro para así mantener su balance; por esto, pistas y fajas de bicicletas deberán tener sobrecanchos en pendientes, aún más si éstas son bidireccionales.

- Las pistas o fajas de bicicletas no necesitan un sobrecancho. Cuando éstas tienen una longitud menor a 75 m.
- Pendientes del 6% o más requieren de todas maneras un sobrecancho. Esto se aplica tanto al ascenso como al descenso.

El manual de diseño de ciclo rutas P.M.C. (plan maestro de ciclorutas Bogotá-Colombia). Nos proporciona valores de sobrecanchos requeridos dependiendo de la pendiente y la longitud.

Tabla N° 11: Sobrecanchos requeridos en función de la pendiente del terreno y su longitud.

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	>150
$>3 \text{ y } \leq 6$	-	20 cm	30 cm
$>6 \text{ y } \leq 9$	20 cm	30 cm	40 cm
>9	30 cm	40 cm	50 cm

Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Tabla N° 12: Resumen de parámetros de diseño.

Descripción	Parámetros adoptados
Velocidad de proyecto	30.00 km/h
Peralte máximo	8.00%
Radio mínimo	15.00 m
Pendiente máxima longitudinal	8.00%
Pendiente mínima longitudinal	0.50%
Distancia mínima de visibilidad frenado	35.00 m
Distancia mínima de visibilidad de adelantamiento	180.00 m

Fuente: MANUAL DE DISEÑO DE CICLO RUTAS P.M.C. (PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS BOGOTÁ-COLOMBIA).

Elaboración: propia

Tabla N° 13: Resumen de curvas horizontales

Tramo 1, 0+000 - 1+550

Curva	P.K. inicial	P.K. final	Radio (m)	Pendiente %	Longitud (m)	Sobreebanco requerido (m)	Ancho de las pistas (m)	Tipo de pistas
1	0+005.9	0+090.4	115.6	0.68	84.50	0.25	2.40	Bidireccional
2	0+227.0	0+290.3	279.09	1.738	63.36	0.25	2.40	Bidireccional
3	0+512.3	0+535.1	72.39	1.24	22.81	0.25	2.40	Bidireccional
4	0+572.3	0+595.3	260.42	1.24	23.01	0.25	2.40	Bidireccional
5	0+777.9	0+800.1	179.28	0.48	22.21	0.25	2.40	Bidireccional
6	0+875.8	0+890.3	291.03	0.49	14.49	0.25	2.40	Bidireccional
7	0+937.5	0+954.6	85.00	0.96	17.10	0.25	2.40	Bidireccional
8	1+035.5	1+075.6	452.25	0.96	40.06	0.25	2.40	Bidireccional
9	1+305.2	1+327.2	144.32	0.96	22.00	0.25	2.40	Bidireccional
10	1+385.2	1+411.0	306.94	0.98	25.86	0.25	2.40	Bidireccional
11	1+495.8	1+511.7	47.73	0.98	15.90	0.25	2.40	Bidireccional

Tramo 2, 0+000 - 0+974

Curva	P.K. inicial	P.K. final	Radio (m)	Pendiente %	Longitud (m)	Sobreebanco requerido (m)	Ancho de las pistas (m)	Tipo de pistas
12	0+117.8	0+141.9	20.00	0.241	24.15	0.50	2.40	Bidireccional
13	0+161.9	0+204.0	70.00	2.189	42.19	0.25	2.40	Bidireccional
14	0+240.8	0+270.4	60.00	2.859	29.70	0.25	2.40	Bidireccional
15	0+293.4	0+312.8	90.00	2.422	19.40	0.25	2.40	Bidireccional
16	0+499.9	0+506.9	90.00	0.901	6.97	0.25	2.40	Bidireccional
17	0+623.2	0+636.2	100.00	0.647	12.92	0.25	2.40	Bidireccional
18	0+722.2	0+723.3	50.00	0.647	1.14	0.25	2.40	Bidireccional
19	0+887.2	0+890.6	40.00	1.922	3.46	0.25	2.40	Bidireccional

Tramo3, 0+000 - 0+300

Curva	P.K. inicial	P.K. final	Radio (m)	Pendiente %	Longitud (m)	Sobreebanco requerido (m)	Ancho de las pistas (m)	Tipo de pistas
20	0+015.2	0+026.8	133.26	0.139	11.61	0.25	2.00	Bidireccional
21	0+046.6	0+054.5	133.26	0.139	7.91	0.25	2.00	Bidireccional
22	0+095.2	0+105.2	133.26	4.086	10.03	0.25	2.00	Bidireccional
23	0+147.5	0+152.5	133.26	4.086	4.99	0.25	2.00	Bidireccional
24	0+218.0	0+221.0	133.26	3.297	3.04	0.25	2.00	Bidireccional
25	0+256.7	0+261.4	133.26	3.297	4.72	0.25	2.00	Bidireccional

DATOS: Tramo 4 y 5, 0+300 - 1+348

Curva	P.K. inicial	P.K. final	Radio (m)	Pendiente %	Longitud (m)	Sobreebanco requerido (m)	Ancho de las pistas (m)	Tipo de pistas
26	0+441.4	0+443.4	30.00	5.272	1.95	0.25	2.40	Unidireccional
27	0+454.6	0+455.0	30.00	5.272	0.44	0.25	2.40	Unidireccional
28	0+489.0	0+502.3	104.39	0.409	13.25	0.25	2.40	Unidireccional
29	0+533.1	0+536.4	2.19	4.287	3.36	0.25	2.40	Unidireccional
30	0+553.9	0+559.4	4.05	4.287	5.52	0.25	2.40	Unidireccional
31	0+590.5	0+595.2	3.09	1.456	4.74	0.25	2.40	Unidireccional
32	0+608.2	0+612.6	3.03	1.456	4.46	0.25	1.50	Unidireccional
33	0+678.2	0+694.6	57.22	0.677	16.39	0.25	1.50	Unidireccional
34	0+704.5	0+724.2	54.81	0.677	19.75	0.25	1.50	Unidireccional
35	0+734.2	0+780.5	220.87	0.677	46.23	0.25	1.50	Unidireccional
36	0+792.7	0+813.8	90.53	0.677	21.08	0.25	1.50	Unidireccional
37	0+857.1	0+903.1	77.84	8.499	45.96	0.20	1.50	Unidireccional
38	0+926.9	0+939.5	70.00	8.499	12.59	0.25	1.50	Unidireccional

39	0+959.2	0+992.8	60.00	8.499	33.67	0.20	1.50	Unidireccional
40	1+109.7	1+124.3	50.00	5.488	14.58	0.25	1.50	Unidireccional
41	1+141.3	1+159.4	50.00	5.488	18.07	0.25	1.50	Unidireccional
42	1+170.1	1+192.7	121.86	5.49	22.59	0.25	1.50	Unidireccional
43	1+233.1	1+236.8	50.00	5.058	3.68	0.25	1.50	Unidireccional
44	1+256.4	1+266.5	60.00	5.058	10.01	0.25	1.50	Unidireccional
45	1+281.8	1+286.4	50.00	5.058	4.58	0.25	1.50	Unidireccional
46	1+330.9	1+342.1	50.00	7.023	11.16	0.25	1.50	Unidireccional

Fuente: Elaboración propia (programa informático Civil 3D)

Las filas marcadas de color verde representan a curvas verticales en intersecciones.

2. DISEÑO PLANÍMETRICO

DATOS: Tramo 1, 0+000 -1+550

Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura por arco	Ángulo de incremento	Curva
Línea	Dos puntos	5.918m	0+000.00	0+005.92				1
Curva	Radio	84.501m	0+005.92	0+090.42	115.580m	14.8717 (g)	41.8892 (g)	
Línea	Dos puntos	136.588m	0+090.42	0+227.01				2
Curva	Radio	63.357m	0+227.01	0+290.36	279.088m	6.1589 (g)	13.0069 (g)	
Línea	Dos puntos	221.976m	0+290.36	0+512.34				3
Curva	Radio	22.812m	0+512.34	0+535.15	72.393m	23.7436 (g)	18.0548 (g)	
Línea	Dos puntos	37.166m	0+535.15	0+572.32				4
Curva	Radio	23.009m	0+572.32	0+595.33	260.421m	6.6004 (g)	5.0624 (g)	
Línea	Dos puntos	182.602m	0+595.33	0+777.93				5
Curva	Radio	22.206m	0+777.93	0+800.13	179.275m	0.9564 (g)	0.7079 (g)	
Línea	Dos puntos	75.713m	0+800.13	0+875.85				6
Curva	Radio	14.486m	0+875.85	0+890.33	291.034m	5.9061 (g)	2.8518 (g)	
Línea	Dos puntos	47.211m	0+890.33	0+937.55				7
Curva	Radio	17.096m	0+937.55	0+954.64	84.997m	20.2228 (g)	11.5246 (g)	
Línea	Dos puntos	80.924m	0+954.64	1+035.57				8
Curva	Radio	40.057m	1+035.57	1+075.62	452.245m	3.8008 (g)	5.0749 (g)	
Línea	Dos puntos	229.650m	1+075.62	1+305.27				9
Curva	Radio	21.997m	1+305.27	1+327.27	144.319m	11.9102 (g)	8.7328 (g)	
Línea	Dos puntos	57.938m	1+327.27	1+385.21				10
Curva	Radio	25.858m	1+385.21	1+411.06	306.941m	5.6000 (g)	4.8267 (g)	
Línea	Dos puntos	84.771m	1+411.06	1+495.84				11
Curva	Radio	15.900m	1+495.84	1+511.74	47.734m	36.0094 (g)	19.0851 (g)	

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		1	
RADIO DE CURVATURA		115.58	m				
ANGULO DE DEFLEXION		41.889	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	84.501m	0+005.9 m	0+090.4 m	115.58 m	14.8717 (g)	41.889 2 (g)

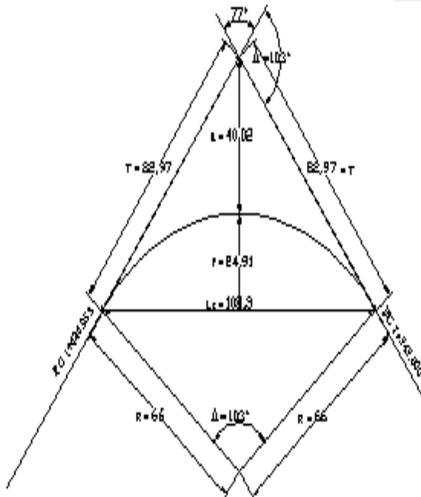
Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Radio de curvatura minimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 115.6 m



Angulo de Deflexion [°]= 41.889

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehiculo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 44.246 m

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

Externa (E) = 8.18 m

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

Flecha (f) = 7.64 m

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

Desarrollo de Curva (D)= 84.52 m

Adopto desarrollo de curva (m) 84.501 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 82.65 m

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		2	
RADIO DE CURVATURA		279.09	m				
ANGULO DE DEFLEXION		13.01	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	63.357m	0+227.0 m	0+290.3 m	279.088 m	6.1589 (g)	13.0069 (g)

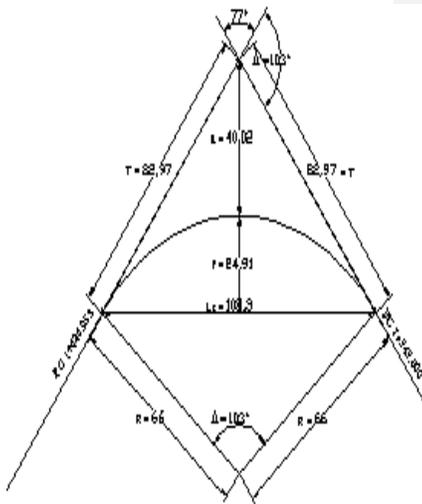
Peralte (e) 8 %

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura minimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 279.09 m



Angulo de Deflexion [°] = 13.01

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehiculo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 31.823 m

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

Externa (E) = 1.81 m

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

Flecha (f) = 1.80 m

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

Desarrollo de Curva (D) = 63.37 m

Adopto desarrollo de curva (m) 63.36 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 63.24 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		3	
RADIO DE CURAVTURA		72.39	m				
ANGULO DE DEFLEXION		18.055	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	22.812m	0+512.3 m	0+535.1 m	72.393 m	23.7436 (g)	18.054 8 (g)

Peralte (e) = 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 72.39 m

Angulo de Deflexion [°] = 18.055

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

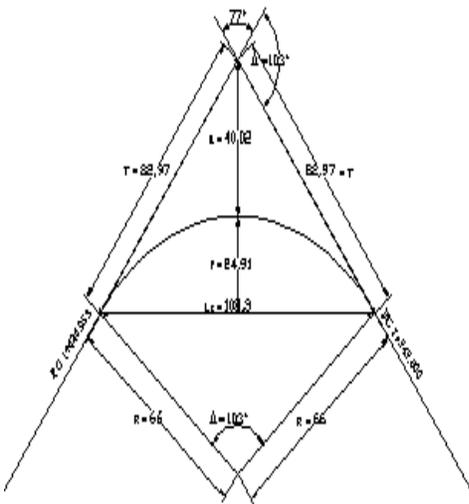
Tangente (T) = 11.502 m

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

Externa (E) = 0.91 m

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

Flecha (f) = 0.90 m



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

Desarrollo de Curva (D) = 22.81 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 22.81 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 22.72 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		4	
RADIO DE CURVATURA		260.42	m				
ANGULO DE DEFLEXION		5.06	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	23.009m	0+572.3 m	0+595.3 m	260.421 m	6.6004 (g)	5.0624 (g)

Peralte (e) 8 %

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura minimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 260.42 m

Angulo de Deflexion [°]= 5.06

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehiculo Tipo = 1.7 m

$T = R * \tan \frac{\Delta}{2}$
Tangente (T) = 11.507 m

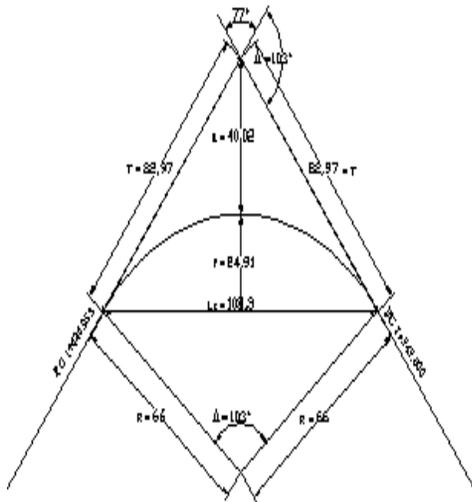
$E = R * \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$
Externa (E) = 0.25 m

$f = R * \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$
Flecha (f) = 0.25 m

$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$
Desarrollo de Curva (D)= 23.00 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 23.01 m

$L_c = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$
Longitud de Curva (Lc)= 22.99 m

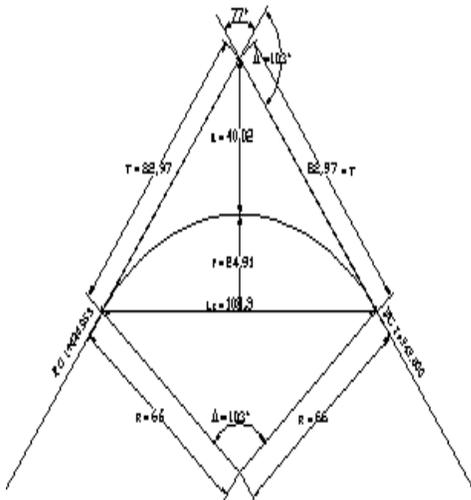


DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO			30	Km/hr	CURVA		5
RADIO DE CURAVTURA			179.28	m			
ANGULO DE DEFLEXION			0.71	°			
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	22.206m	0+777.9 m	0+800.1 m	1797.27 m	0.9564 (g)	0.7079 (g)

Peralte (e) 8 %

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$



Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 179.28 m

Angulo de Deflexión [°] = 0.71

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 1.111 m

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

Externa (E) = 0.00 m

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

Flecha (f) = 0.00 m

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

Desarrollo de Curva (D) = 2.22 m

Adopto desarrollo de curva (m) 22.2 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 2.22 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		6	
RADIO DE CURAVTURA		291.03	m				
ANGULO DE DEFLEXION		2.85	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	14.486m	0+875.8 m	0+890.3 m	291.034 m	5.9061 (g)	2.8518 (g)

Peralte (e) 8 %

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura minimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 291.03 m

Angulo de Deflexión [°] = 2.85

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

$T = R * \tan \frac{\Delta}{2}$ **Tangente (T) =** 7.240 m

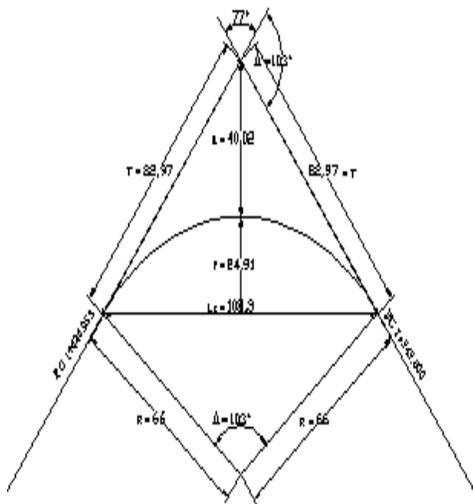
$E = R * \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$ **Externa (E) =** 0.09 m

$f = R * \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$ **Flecha (f) =** 0.09 m

$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$ **Desarrollo de Curva (D) =** 14.48 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 14.486 m

$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$ **Longitud de Curva (Lc) =** 14.48 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		7	
RADIO DE CURAVTURA		84.89	m				
ANGULO DE DEFLEXION		11.525	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	17.096m	0+937.5 m	0+954.6 m	84.997 m	20.2228 (g)	11.524 6 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Radio de curvatura minimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 84.89 m

Angulo de Deflexión [°] = 11.525

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

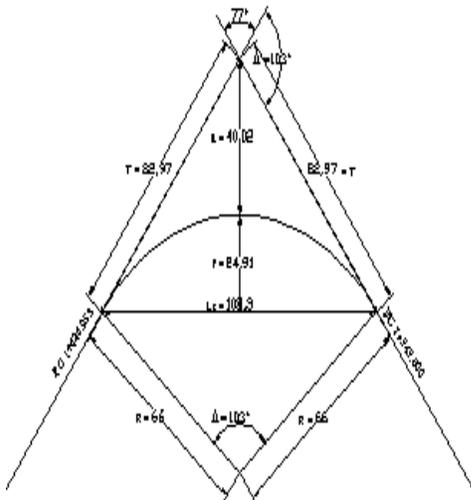
$T = R * \tan \frac{\Delta}{2}$ Tangente (T) = 8.566 m

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

Externa (E) = 0.43 m

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

Flecha (f) = 0.43 m



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

Desarrollo de Curva (D) = 17.07 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 17.096 m

$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$ Longitud de Curva (Lc) = 17.05 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		8
-----------------------	--	----	-------	-------	--	---

RADIO DE CURAVTURA		452.25	m				
ANGULO DE DEFLEXION		5.075	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	40.057m	1+035.5 m	1+075.6 m	452.245 m	3.8008 (g)	5.0749 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 452.25 m

Angulo de Deflexión [°] = 5.075

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

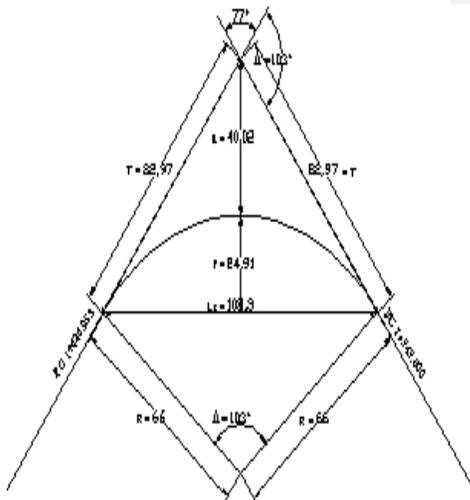
Tangente (T) = 20.042 m

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

Externa (E) = 0.44 m

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

Flecha (f) = 0.44 m



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

Desarrollo de Curva (D) = 40.06 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 40.057 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 40.04 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO	30	Km/hr	CURVA	9
-----------------------	----	-------	-------	---

RADIO DE CURVATURA		144.32	m				
ANGULO DE DEFLEXION		8.73	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	21.997m	1+305.2 m	1+327.2 m	144.319 m	11.9102 (g)	8.7328 (g)

Peralte (e) = 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 144.32 m

Angulo de Deflexión [°] = 8.73

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

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

Tangente (T) = 11.016 m

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

Externa (E) = 0.42 m

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

Flecha (f) = 0.42 m

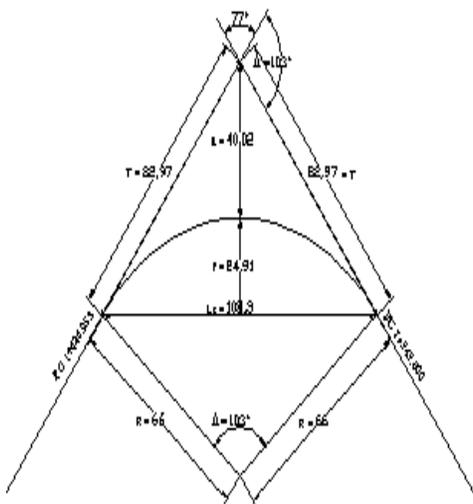
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D) = 21.99 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 21.997 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 21.97 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr			
RADIO DE CURVATURA		306.94	m	CURVA		10
ANGULO DE DEFLEXION		4.826	°			
Tipo	Restricción paramétrica	longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura
Curva	Radio	25.858m	1+385.2 m	1+411.0 m	306.941 m	5.6000 (g)
						4.8267 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 306.94 m

Angulo de Deflexión [°] = 4.826

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

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

Tangente (T) = 12.934 m

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

Externa (E) = 0.27 m

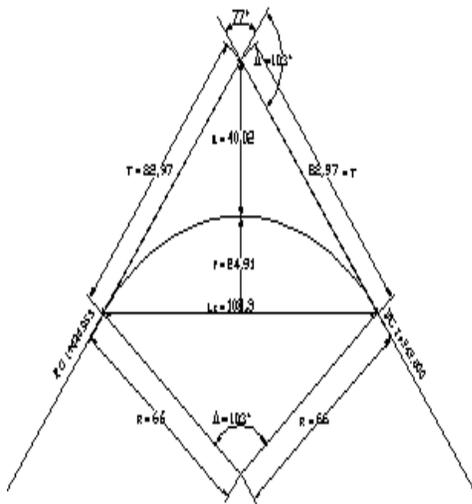
$$f = R * \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$$

Flecha (f) = 0.27 m

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

Desarrollo de Curva (D) = 25.85 m

Adopto desarrollo de curva (m) 25.858 m



$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 25.85 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr			CURVA	11
RADIO DE CURVATURA		47.73	m				
ANGULO DE DEFLEXION		19.085	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	15.900m	1+495.8 m	1+511.7 m	47.734 m	36.0094 (g)	19.085 1 (g)

Peralte (e) = 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura minimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 47.73 m

Angulo de Deflexion [°] = 19.085

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

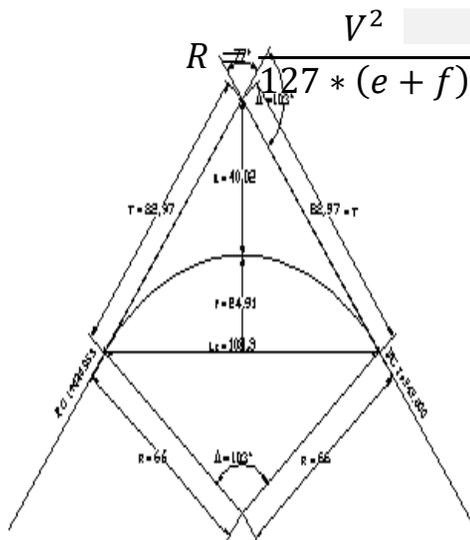
Tangente (T) = 8.024 m

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

Externa (E) = 0.67 m

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

Flecha (f) = 0.66 m



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

Desarrollo de Curva (D) = 15.90 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 15.900 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

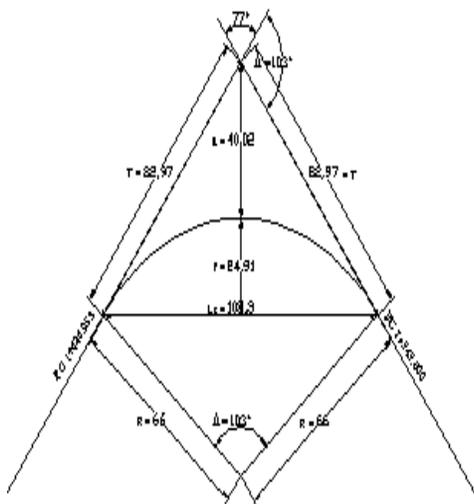
Longitud de Curva (Lc) = 15.83 m

DATOS: Tramo 2, 0+000 - 0+974

Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura por arco	Ángulo de incremento	Curva
Línea	Dos puntos	117.838m	0+000.00	0+117.84				12
Curva	Radio	24.151m	0+117.84	0+141.99	20.00m	85.9437(g)	69.1870 (g)	
Línea	Dos puntos	19.907m	0+141.99	0+161.90				13
Curva	Radio	42.193m	0+161.90	0+204.09	70.00m	24.5553(g)	34.5354 (g)	
Línea	Dos puntos	36.709m	0+204.09	0+240.80				14
Curva	Radio	29.697m	0+240.80	0+270.49	60.00m	28.6479(g)	28.3581 (g)	
Línea	Dos puntos	22.902m	0+270.49	0+293.40				15
Curva	Radio	19.400m	0+293.40	0+312.80	90.00m	19.0986(g)	12.3503 (g)	
Línea	Dos puntos	187.190m	0+312.80	0+499.99				16
Curva	Radio	6.966m	0+499.99	0+506.95	90.00m	19.0986(g)	4.4345 (g)	
Línea	Dos puntos	116.335m	0+506.95	0+623.29				17
Curva	Radio	12.922m	0+623.29	0+636.21	100.0m	17.188 (g)	7.4040 (g)	

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		12	
RADIO DE CURAVTURA		20.00	m				
ANGULO DE DEFLEXION		69.187	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	24.151m	0+117.84m	0+141.99m	20.000m	85.9437 (g)	69.1870 (g)

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$



Peralte (e) = 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 20.00 m

Angulo de Deflexión [°] = 69.187

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 13.794 m

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

Externa (E) = 4.30 m

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

Flecha (f) = 3.54 m

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

Desarrollo de Curva (D) = 24.15 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 24.151 m

Longitud de Curva (Lc) = 22.71 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		13	
RADIO DE CURAVTURA		70.00	m				
ANGULO DE DEFLEXION		34.5	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	42.193m	0+161.9 m	0+204.0 m	70.0m	24.5553 (g)	34.535 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 70.00 m

Angulo de Deflexión [°]= 34.5

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

T = $R * \tan \frac{\Delta}{2}$ **Tangente (T) =** 21.74 m

E = $R * \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$ **Externa (E) =** 3.30 m

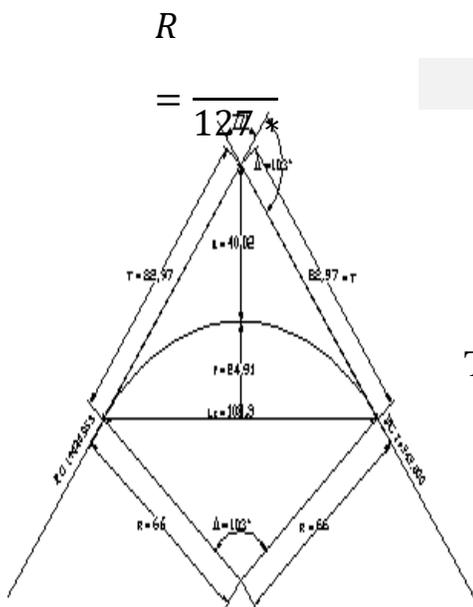
f = $R * \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$ **Flecha (f) =** 3.15 m

D = $\frac{\pi * R * \Delta}{180}$ **Desarrollo de Curva (D) =** 42.15 m

Adopto desarrollo de curva (m) 42.193 m

Longitud de Curva (Lc) = 41.52 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30 Km/hr		CURVA		14	
RADIO DE CURAVTURA		60.00 m					
ANGULO DE DEFLEXION		28.3 °					
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	29.697 m	0+240.80 m	0+270.49 m	60.000 m	28.6479 (g)	28.3581 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 60.00 m

Angulo de Deflexión [°]= 28.3

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 15.127 m

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

Externa (E) = 1.88 m

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

Flecha (f) = 1.82 m

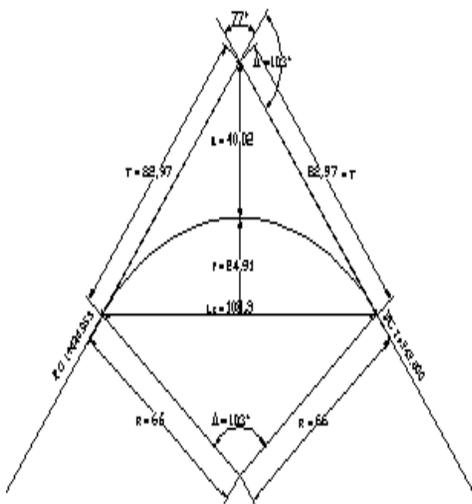
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 29.64 m

Adopto desarrollo de curva (m) 29.697 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 29.34 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30 Km/hr		CURVA		15	
RADIO DE CURAVTURA		90.00 m					
ANGULO DE DEFLEXION		12.3 °					
Tip o	Restricci ón paramétrica	Longitu d	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Cur va	Radio	19.400 m	0+293.40 m	0+312.80 m	90.00 0m	19.0986 (g)	12.3503 (g)

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Peralte (e) = 8 %
Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 90.00 m

Angulo de Deflexión [°] = 12.3

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 9.698 m

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

Externa (E) = 0.52 m

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

Flecha (f) = 0.52 m

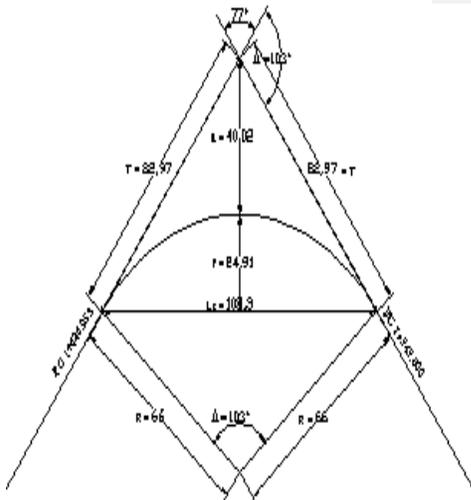
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D) = 19.32 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 19.400 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 19.28 m

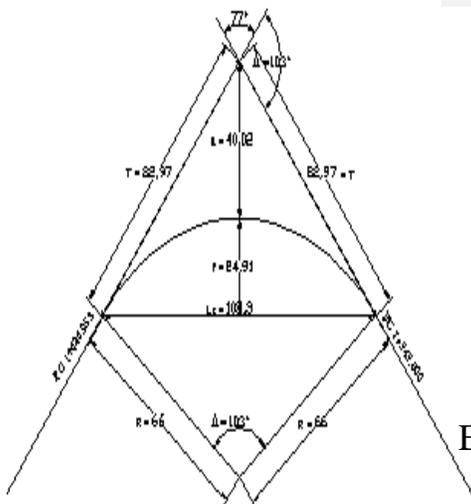


DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30 Km/hr		CURVA		16	
RADIO DE CURAVTURA		90.00 m					
ANGULO DE DEFLEXION		4.4 °					
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	6.966m	0+499.9 m	0+506.5m	90.000m	19.0986 (g)	4.4345 (g)

Peralte (e) 8 %

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$



Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 90.00 m

Angulo de Deflexión [°] = 4.4

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 3.457 m

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

Externa (E) = 0.07 m

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

Flecha (f) = 0.07 m

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

Desarrollo de Curva (D) = 6.91 m

Adopto desarrollo de curva (m) 6.966 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 6.91 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30 Km/hr		CURVA 17			
RADIO DE CURAVTURA		100.00 m					
ANGULO DE DEFLEXION		7.4 °					
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	12.922m	0+623.29 m	0+636.21 m	100.000 m	17.1887 (g)	7.4040 (g)

Peralte (e) = 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 100.00 m

Angulo de Deflexión [°] = 7.4

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 6.467 m

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

Externa (E) = 0.21 m

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

Flecha (f) = 0.21 m

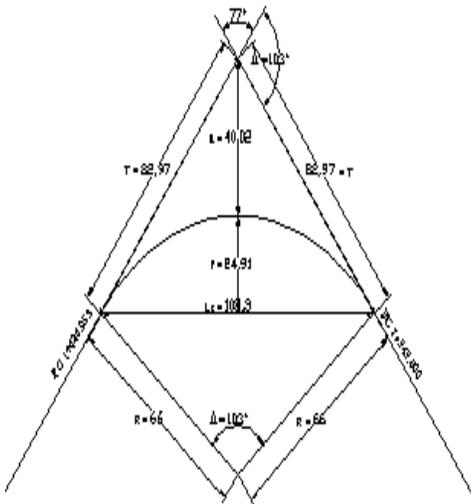
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D) = 12.92 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 24.151 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc) = 12.91 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30 Km/hr		CURVA		18	
RADIO DE CURVATURA		133.3 m					
ANGULO DE DEFLEXION		4.99 °					
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	11.610 m	0+015.2m	0+026.8 m	133.264 m	12.8983 (g)	4.9919 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 ζm/h

Radio de curvatura minimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 133.3 m

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehiculo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 5.808 m

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

Externa (E) = 0.13 m

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

Flecha (f) = 0.13 m

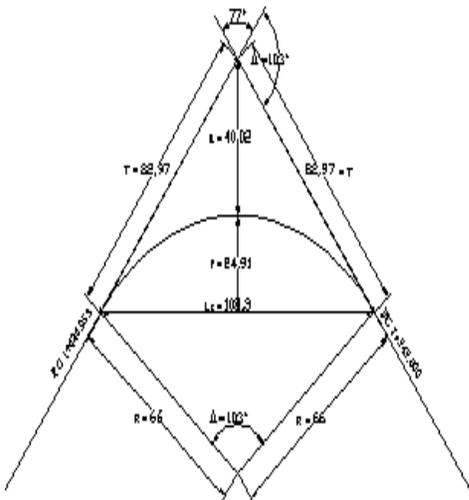
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 11.61 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 11.610 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 11.61 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30 Km/hr		CURVA		19	
RADIO DE CURAVTURA		133.26 m					
ANGULO DE DEFLEXION		3.399 °					
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	7.905m	0+046.61 m	0+054.51 m	133.264 m	12.8983 (g)	3.3989 (g)

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 133.26 m

Angulo de Deflexión [°]= 3.399

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 3.954 m

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

Externa (E) = 0.06 m

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

Flecha (f) = 0.06 m

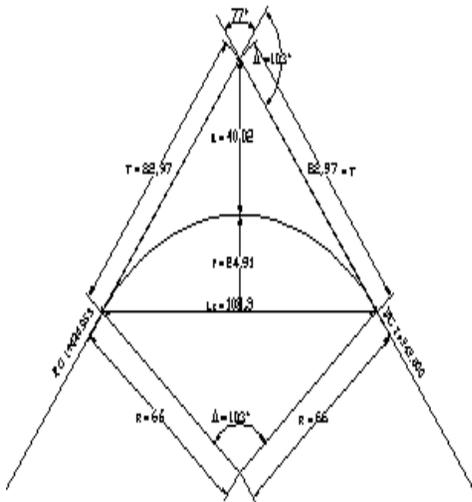
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 7.91 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 7.9 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 7.90 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30 Km/hr		CURVA		20	
RADIO DE CURAVTURA		133.26 m					
ANGULO DE DEFLEXION		4.3139 °					
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	10.034 m	0+095.21 m	0+105.24 m	133.264 m	12.8983 (g)	4.3139 (g)

Peralte (e) = 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 133.26 m

Angulo de Deflexión [°] = 4.3139

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

T = $R * \tan \frac{\Delta}{2}$ Tangente (T) = 5.019 m

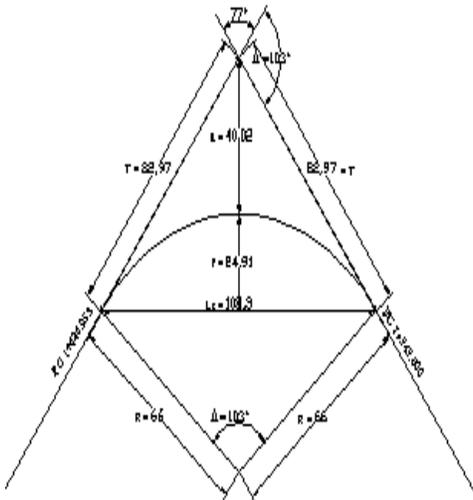
E = $R * \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$ Externa (E) = 0.09 m

f = $R * \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$ Flecha (f) = 0.09 m

D = $\frac{\pi * R * \Delta}{180}$ Desarrollo de Curva (D) = 10.03 m

Adopto desarrollo de curva (m) 10.03 m

Lc = $2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$ Longitud de Curva (Lc) = 10.03 m



DATOS: Tramo 4 y 5, 0+300 - 1+348

Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura por arco	Ángulo de incremento	Curva
Línea	Dos puntos	34.029m	0+455.06	0+489.09				
Curva	Radio	13.247m	0+489.09	0+502.34	104.387	16.4664 (g)	7.2711 (g)	21
Línea	Dos puntos	65.577m	0+612.65	0+678.23				
Curva	Radio	16.392m	0+678.23	0+694.62	57.215m	30.0424 (g)	16.449 (g)	22
Línea	Dos puntos	9.906m	0+694.62	0+704.53				
Curva	Radio	19.745m	0+704.53	0+724.27	54.808m	31.3617 (g)	20.618 (g)	23
Línea	Dos puntos	10.017m	0+724.27	0+734.29				
Curva	Radio	46.234m	0+734.29	0+780.52	220.87m	7.7822 (g)	11.995 (g)	24
Línea	Dos puntos	12.209m	0+780.52	0+792.73				
Curva	Radio	21.078m	0+792.73	0+813.81	90.525m	18.9878 (g)	13.341 (g)	25
Línea	Dos puntos	43.381m	0+813.81	0+857.19				
Curva	Radio	45.960m	0+857.19	0+903.15	77.841m	22.0819 (g)	33.896 (g)	26
Línea	Dos puntos	23.787m	0+903.15	0+926.94				
Curva	Radio	12.587m	0+926.94	0+939.53	70.000m	24.5553 (g)	10.330 (g)	27
Línea	Dos puntos	19.690m	0+939.53	0+959.22				
Curva	Radio	33.665m	0+959.22	0+992.88	60.000m	28.6479 (g)	32.176 (g)	28
Línea	Dos puntos	116.86m	0+992.88	1+109.72				
Curva	Radio	14.582m	1+109.72	1+124.30	50.000m	34.3775 (g)	16.794 (g)	29
Línea	Dos puntos	17.086m	1+124.30	1+141.39				
Curva	Radio	18.070m	1+141.39	1+159.46	50.000m	34.3775 (g)	20.708 (g)	30
Línea	Dos puntos	10.652m	1+159.46	1+170.11				
Curva	Radio	22.589m	1+170.11	1+192.70	121.86m	14.1052 (g)	10.621 (g)	31
Línea	Dos puntos	19.637m	1+236.86	1+256.49				
Curva	Radio	10.011m	1+256.49	1+266.50	60.000m	28.6479 (g)	9.5595 (g)	32
Línea	Dos puntos	44.508m	1+286.44	1+330.95				
Curva	Radio	11.162m	1+330.95	1+342.11	50.000m	34.3775 (g)	12.798 (g)	33

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO			30	Km/hr	CURVA 21		
RADIO DE CURVATURA			104.39	m			
ANGULO DE DEFLEXION			7.271	°			
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	13.247m	0+489.09m	0+502.34m	104.387m	16.4664 (g)	7.2711 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 104.39 m

Angulo de Deflexión [°] = 7.271

Ancho de Carril = 1.5 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

T = $R * \tan \frac{\Delta}{2}$ **Tangente (T) =** 6.632 m

E = $R * \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$ **Externa (E) =** 0.21 m

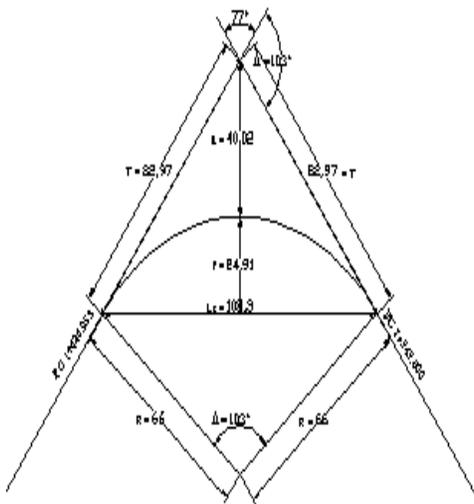
f = $R * \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$ **Flecha (f) =** 0.21 m

D = $\frac{\pi * R * \Delta}{180}$ **Desarrollo de Curva (D) =** 13.25 m

Adopto desarrollo de curva (m) = 13.247 m

Lc = $2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$ **Longitud de Curva (Lc) =** 13.24 m

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		23	
RADIO DE CURAVTURA		54.81	m				
ANGULO DE DEFLEXION		20.64	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	19.745 m	0+704.53m	0+724.27 m	54.808m	31.3617 (g)	20.6418 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 54.81 m

Angulo de Deflexión [°]= 20.64

Ancho de Carril = 1.5 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

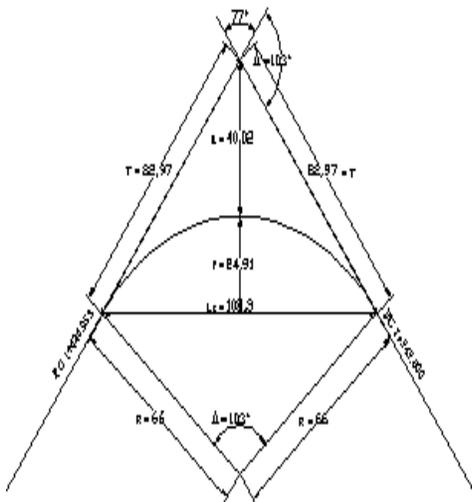
Tangente (T) = 9.980 m

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

Externa (E) = 0.90 m

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

Flecha (f) = 0.89 m



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

Desarrollo de Curva (D)= 19.74 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 19.745 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 19.64 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		24	
RADIO DE CURAVTURA		220.87	m				
ANGULO DE DEFLEXION		11.99	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	46.234 m	0+734.29m	0+780.52 m	220.872 m	7.7822 (g)	11.9935 (g)

Peralte (e)= 8 %

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura minimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 220.87 m

Angulo de Deflexion [°]= 11.99

Ancho de Carril = 1.5 m

Longitud del Vehiculo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 23.195 m

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

Externa (E) = 1.21 m

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

Flecha (f) = 1.21 m

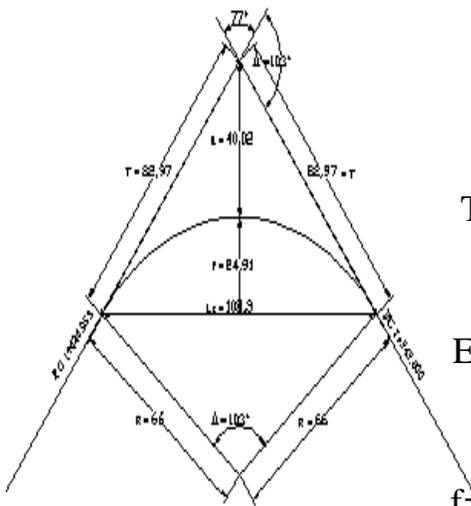
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 46.22 m

Adopto desarrollo de curva (m) 46.234m m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 46.14 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		25	
RADIO DE CURAVTURA		90.53	m				
ANGULO DE DEFLEXION		13.34	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	21.078 m	0+792.73m	0+813.81 m	90.525m	18.9878 (g)	13.3411 (g)

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 90.53 m

Angulo de Deflexión [°]= 13.34

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 10.586 m

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

Externa (E) = 0.62 m

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

Flecha (f) = 0.61 m

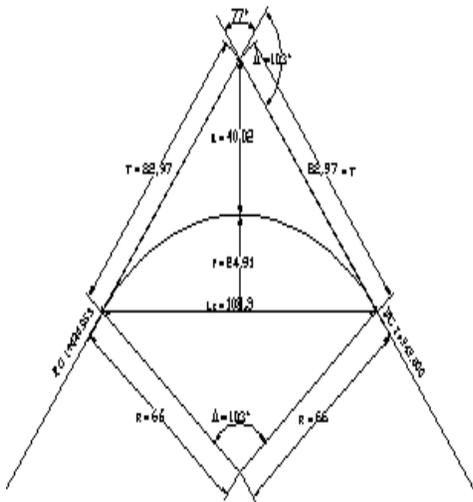
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 21.08 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 21.078 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 21.03 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		26	
RADIO DE CURAVTURA		77.84	m				
ANGULO DE DEFLEXION		33.83	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	45.960 m	0+857.19m	0+903.1m	77.841m	22.0819 (g)	33.8296 (g)

Peralte (e) 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 77.84 m

Angulo de Deflexión [°]= 33.83

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 23.672 m

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

Externa (E) = 3.52 m

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

Flecha (f) = 3.37 m

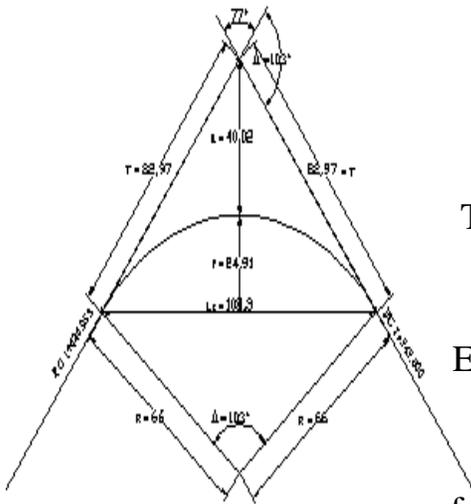
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 45.96 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 45.960m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES



VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA 27			
RADIO DE CURAVTURA		70.00	m				
ANGULO DE DEFLEXION		10.3	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	12.587 m	0+926.94m	0+939.5m	70.000m	24.5553 (g)	10.3030 (g)

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 70.00 m

Angulo de Deflexion [°]= 10.3

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehiculo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 6.309 m

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

Externa (E) = 0.28 m

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

Flecha (f) = 0.28 m

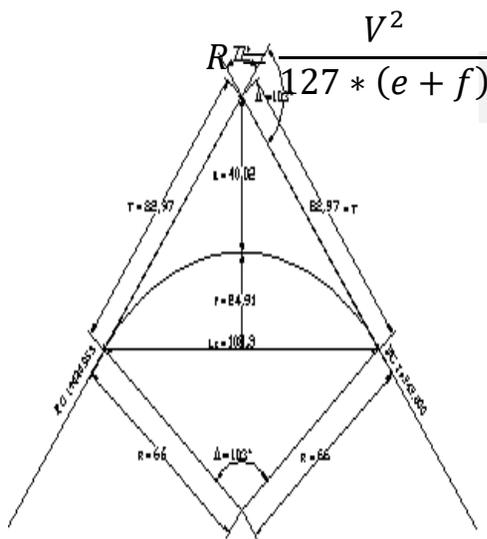
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 12.58 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 12.587 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 12.57 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		28	
RADIO DE CURAVTURA		57.22	m				
ANGULO DE DEFLEXION		16.415	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	16.392 m	0+678.23m	0+694.6m	57.22	30.0424 (g)	16.415

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 57.22 m

Angulo de Deflexión [°]= 16.415

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

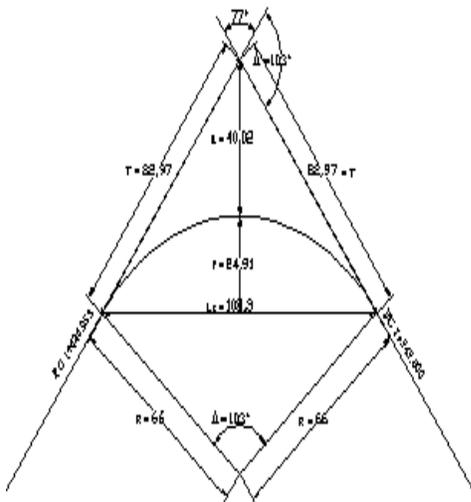
Tangente (T) = 8.252 m

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

Externa (E) = 0.59 m

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

Flecha (f) = 0.59 m



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

Desarrollo de Curva (D)= 16.39 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 16.392 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 16.34 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		29	
RADIO DE CURAVTURA		54.81	m				
ANGULO DE DEFLEXION		20.642	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	19.745 m	0+704.53m	0+724.2m	54.81	31.3617 (g)	20.642

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura minino = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 55 m

Angulo de Deflexión [°]= 20.642

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 10.016 m

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

Externa (E) = 0.90 m

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

Flecha (f) = 0.89 m

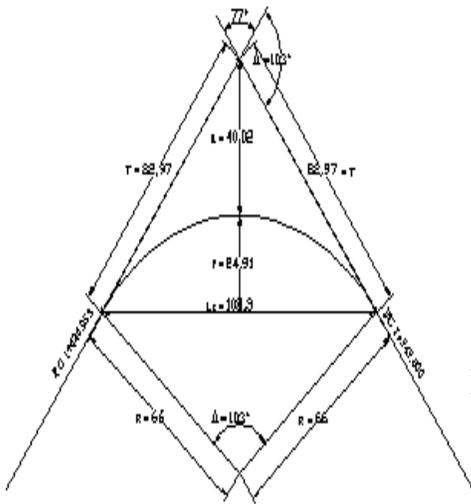
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 19.81 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 19.74 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 19.71 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		30	
RADIO DE CURAVTURA		50.00	m				
ANGULO DE DEFLEXION		20.71	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	18.070 m	1+141.39m	1+159.46 m	50.000m	34.3775 (g)	20.7068 (g)

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 50.00 m

Angulo de Deflexión [°]= 20.71

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 9.136 m

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

Externa (E) = 0.83 m

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

Flecha (f) = 0.81 m

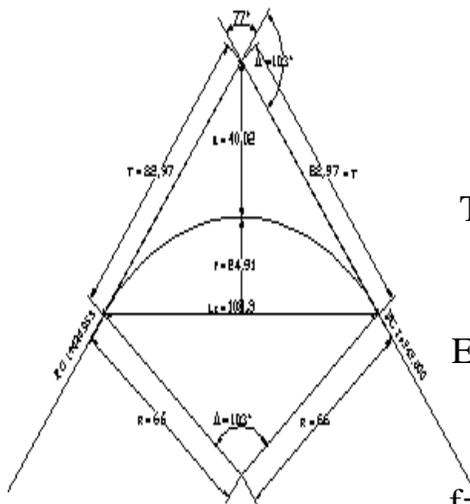
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 18.07 m

Adopto desarrollo de curva= 18.07 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 17.97 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		31	
RADIO DE CURAVTURA		121.86	m				
ANGULO DE DEFLEXION		10.62	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	22.589 m	1+170.11m	1+192.7m	121.861 m	14.1052 (g)	10.6210 (g)

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 121.86 m

Angulo de Deflexión [°]= 10.62

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 11.326 m

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

Externa (E) = 0.53 m

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

Flecha (f) = 0.52 m

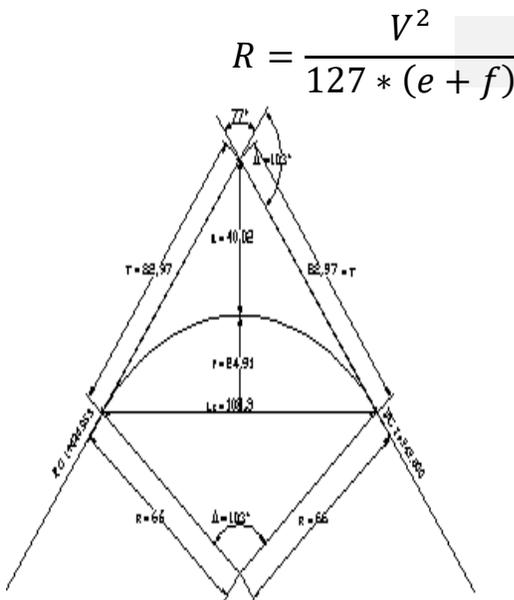
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 22.59 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 22.589 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 22.55 m



DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		32	
RADIO DE CURAVTURA		60.00	m				
ANGULO DE DEFLEXION		9.56	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	10.011 m	1+256.49m	1+266.5m	60.000m	28.6479 (g)	9.5595 (g)

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 60.00 m

Angulo de Deflexion [°]= 9.56

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehiculo Tipo = 1.7 m

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

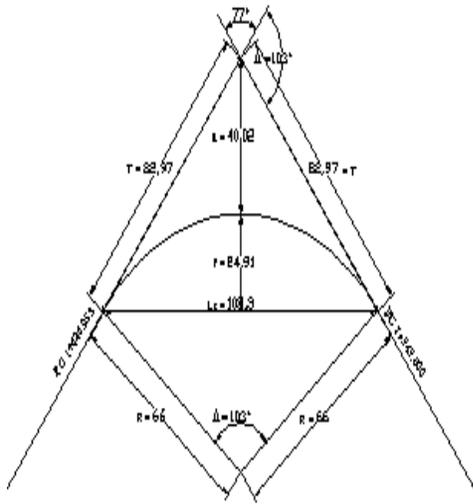
Tangente (T) = 5.017 m

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

Externa (E) = 0.21 m

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

Flecha (f) = 0.21 m



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

Desarrollo de Curva (D)= 10.01 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 10.011 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 10.00 m

DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES

VELOCIDAD DE PROYECTO		30	Km/hr	CURVA		33	
RADIO DE CURAVTURA		50.00	m				
ANGULO DE DEFLEXION		12.791	°				
Tipo	Restricción paramétrica	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Radio	Grado de curvatura	° de incr.
Curva	Radio	11.162 m	1+330.95m	1+342.11 m	50.000m	34.3775 (g)	12.7908 (g)

Peralte (e)= 8 %

Velocidad adoptado = 30 Km/h

Radio de curvatura mínimo = 21.47 m

Radio de Curvatura Adoptado = 50.00 m

Angulo de Deflexión [°]= 12.791

Ancho de Carril = 2 m

Longitud del Vehículo Tipo = 1.7 m

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

Tangente (T) = 5.604 m

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

Externa (E) = 0.31 m

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

Flecha (f) = 0.31 m

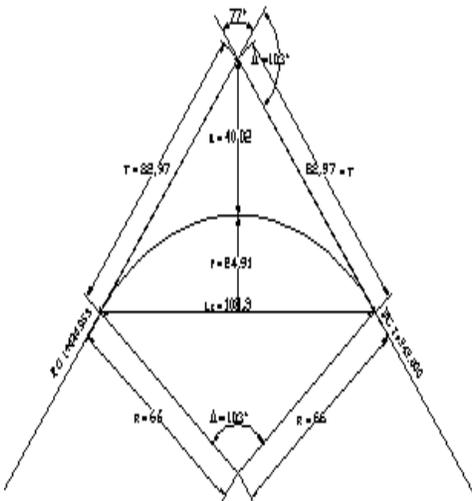
$$D = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Desarrollo de Curva (D)= 11.16 m

Adopto desarrollo de curva (m)= 11.162 m

$$Lc = 2 * R * \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de Curva (Lc)= 11.14 m



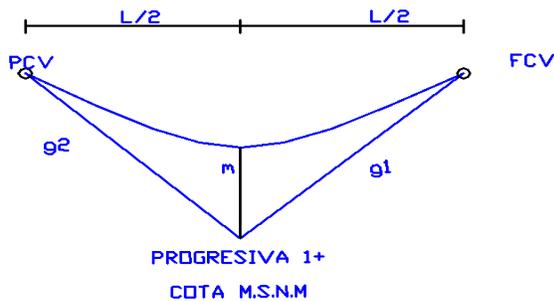
3. DISEÑO ALTIMÉTRICO

DATOS: Tramo3, 0+000 - 0+300								
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva	Tipo de curva de perfil
1862.000 m		0.14%						
1862.100 m	0.14%	4.09%	3.95%	5.675	Parábola simétrica	22.398m	567.451m	Cóncavo
1864.857 m	4.09%	0.21%	3.88%	8.139	Parábola simétrica	31.573m	813.860m	Convexo
1864.931 m	0.21%	-3.30%	3.50%	5.066	Parábola simétrica	17.746m	506.589m	Convexo
1863.069 m	-3.30%	-0.10%	3.19%	8.503	Parábola simétrica	27.161m	850.327m	Cóncavo
1863.000 m	-0.10%							

DISEÑO DE CURVAS VERTICALES

tramo3		progresiva 0+000 - 0+300					
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1864.857 m	4.09%	0.21%	3.88%	8.139	Parábola simétrica	31.573m	813.860m

CURVA 1



Velocidad de Proyecto (V)=	30	Km/h
Tiempo de Reacción (t)=	2.5	seg
Coefficiente de fricción (f)=	0.25	-
Pendiente de Entrada (g1)=	4.09%	%
Pendiente de Salida (g2)=	0.21%	%
Altura de los ojos del ciclista (H1)=	1.4	m
altura del objeto (H2)=	0	m

Distancia de visibilidad S [m]

$$A = |g1 - g2| =$$

0.0388	%
--------	---

$$S = \frac{v^2}{255(G+f)} + 0,694 V =$$

34.916 m

Caso I S < L

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2H1} + \sqrt{2H2})^2} =$$

0.169 m

No Cumple

Longitud de la Curva	32 m
----------------------	------

ADOPTAMOS UNA LONGITUD DE CURVA 35 m

Caso II S > L

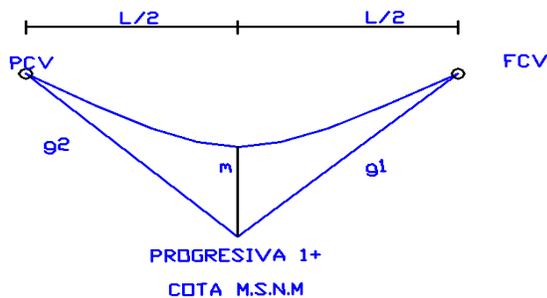
$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} =$$

-2.333 m

Cumple

tramo3		progresiva 0+000 - 0+300					
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1863.069 m	-3.30%	-0.10%	3.19%	8.139	Parábola simétrica	27.161m	850.327m

CURVA 2



Velocidad de Proyecto (V)=	30	Km/h
Tiempo de Reacción (t)=	2.5	seg
Coefficiente de fricción (f)=	0.25	-
Pendiente de Entrada (g1)=	-3.30%	%
Pendiente de Salida (g2)=	-0.10%	%
Altura de los ojos del ciclista (H1)=	1.4	m
altura del objeto (H2)=	0	m

Distancia de visibilidad S [m]

$$A = |g1 - g2| =$$

0.032	%
-------	---

$$S = \frac{v^2}{255(G+f)} + 0,694 V =$$

34.956 m

$$L = \frac{\text{Caso I } S < L}{AS^2} = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2H1} + \sqrt{2H2})^2} =$$

0.140 m

No Cumple

Longitud de la Curva	28 m
----------------------	------

ADOPTAMOS UNA LONGITUD DE CURVA 30 m

$$L = 2S - \frac{\text{Caso II } S > L}{A} = \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} =$$

-17.59 m

Cumple

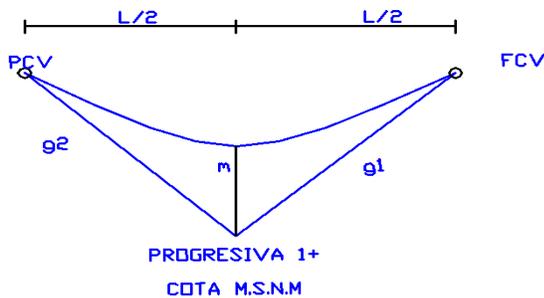
DATOS: Tramo 4 Y 5, 0+300 - 1+348

Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva	Tipo de curva de perfil
1863.804 m		0.24%						
1863.939 m	0.24%	5.27%	5.03%	10.442	Parábola simétrica	52.525m	1044.180 m	Cóncavo
1868.670 m	5.27%	-8.06%	13.33%	1.861	Parábola simétrica	24.814m	186.135 m	Convexo
1866.512 m	-8.06%	0.41%	8.47%	0.81	Parábola simétrica	6.858m	80.988m	Cóncavo
1866.766 m	0.41%	4.29%	3.88%	3.074	Parábola simétrica	11.921m	307.433 m	Cóncavo
1867.880 m	4.29%	1.46%	2.83%	0.797	Parábola simétrica	2.256m	79.704m	Convexo
1869.291 m	1.46%	0.68%	0.78%	79.192	Parábola simétrica	61.687m	7919.182 m	Convexo
1870.255 m	0.68%	8.50%	7.82%	14.252	Parábola simétrica	111.470m	1425.171 m	Cóncavo
1890.948 m	8.26%	5.49%	2.77%	1.472	Parábola simétrica	4.075m	147.195 m	Convexo
1900.205 m	5.49%	5.06%	0.43%	97.308	Parábola simétrica	41.837m	9730.816 m	Convexo
1904.775 m	5.06%	7.02%	1.97%	0.677	Parábola simétrica	1.330m	67.670m	Cóncavo
1907.988 m	7.02%							

DISEÑO DE CURVAS VERTICALES

tramo 4 y 5		progresiva 0+300 - 1+348					
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1868.670 m	5.27%	-8.06%	13.33%	1.861	Parábola simétrica	24.814m	186.135m

CURVA 1



Velocidad de Proyecto (V)=	30	Km/h
Tiempo de Reacción (t)=	2.5	seg
Coefficiente de fricción (f)=	0.25	-
Pendiente de Entrada (g1)=	5.27%	%
Pendiente de Salida (g2)=	-8.06%	%
Altura de los ojos del ciclista (H1)=	1.4	m
altura del objeto (H2)=	0	m

Distancia de visibilidad S [m]

$$A = |g1 - g2| =$$

0.1333	%
--------	---

$$S = \frac{V^2}{255(g+f)} + 0,694 V =$$

34.863 m

Caso I S < L

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2H1} + \sqrt{2H2})^2} =$$

0.579 m

**No
Cumple**

Longitud de la Curva	25 m
----------------------	------

ADOPTAMOS UNA LONGITUD DE CURVA 35 m

Caso II S > L

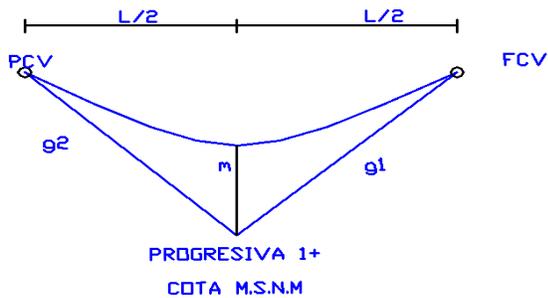
$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} =$$

48.720 m

**No
Cumple**

tramo 4 y 5 progresiva 0+300 - 1+348							
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1866.512 m	-8.06%	0.41%	8.47%	0.81	Parábola simétrica	6.858m	80.988m

CURVA 2



Velocidad de Proyecto (V)=	30	Km/h
Tiempo de Reacción (t)=	2.5	seg
Coefficiente de fricción (f)=	0.25	-
Pendiente de Entrada (g1)=	-8.06%	%
Pendiente de Salida (g2)=	0.41%	%
Altura de los ojos del ciclista (H1)=	1.4	m
altura del objeto (H2)=	0	m

Distancia de visibilidad S [m]

$$A = |g1 - g2| =$$

0.0847	%
--------	---

$$S = \frac{V^2}{255(G+f)} + 0,694 V =$$

34.983 m

Caso I S < L

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2H1} + \sqrt{2H2})^2} =$$

0.370 m

**No
Cumple**

Longitud
de la
Curva 7 m

ADOPTAMOS UNA LONGITUD DE CURVA 35 m

Caso II S > L

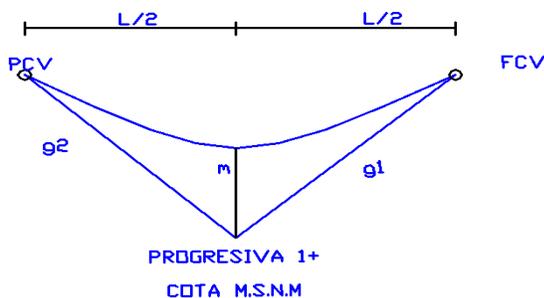
$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} =$$

36.909 m

**No
Cumple**

tramo 4 y 5		progresiva 0+300 - 1+348					
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1867.880 m	4.29%	1.46%	2.83%	0.797	Parábola simétrica	2.256m	79.704m

CURVA 3



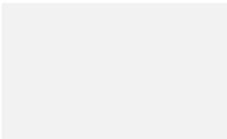
Velocidad de Proyecto (V)=	30	Km/h
Tiempo de Reacción (t)=	2.5	seg
Coefficiente de fricción (f)=	0.25	-
Pendiente de Entrada (g1)=	4.29%	%
Pendiente de Salida (g2)=	1.46%	%
Altura de los ojos del ciclista (H1)=	1.4	m
altura del objeto (H2)=	0	m

Distancia de visibilidad S [m]

$$A = |g1 - g2| = 0.0283 \%$$

$$S = \frac{V^2}{255(G+f)} + 0,694 V =$$

34.922 m



Caso I S < L

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2H1} + \sqrt{2H2})^2} =$$

0.123 m

**No
Cumple**

Longitud de la Curva	3 m
----------------------	-----

ADOPTAMOS UNA LONGITUD DE CURVA 3 m

Caso II S > L

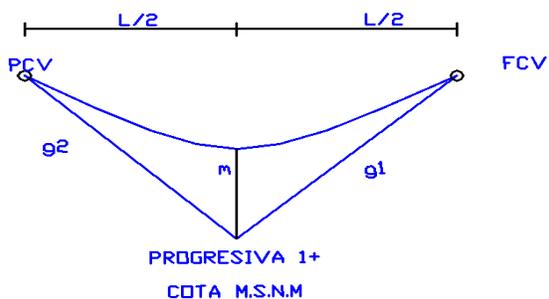
$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} =$$

-29.08 m

Cumple

tramo 4 y 5		progresiva 0+300 - 1+348					
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1890.948 m	8.26%	5.49%	2.77%	1.47	Parábola simétrica	4.075m	147.195m

CURVA 4



Velocidad de Proyecto (V)=	30	Km/h
Tiempo de Reacción (t)=	2.5	seg
Coefficiente de fricción (f)=	0.25	-
Pendiente de Entrada (g1)=	8.26%	%
Pendiente de Salida (g2)=	5.49%	%
Altura de los ojos del ciclista (H1)=	1.4	m

altura del objeto (H2)=	0	m
-------------------------	---	---

Distancia de visibilidad S [m]

$A = g1 - g2 =$	0.0277	%
-------------------	--------	---

$$S = \frac{v^2}{255(G+f)} + 0,694 V =$$

34.891 m

Caso I S < L

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2H1} + \sqrt{2H2})^2} =$$

0.120 m

No Cumple

Longitud de la Curva	4	m
----------------------	---	---

ADOPTAMOS UNA LONGITUD DE CURVA 4 m

Caso II S > L

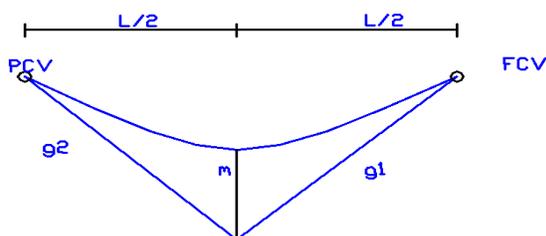
$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} =$$

-31.30 m

Cumple

tramo 4 y 5		progresiva 0+300 - 1+348					
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1900.205 m	5.49%	5.06%	0.43%	97.31	Parábola simétrica	41.837m	9730.816 m

CURVA 5



PROGRESIVA 1+

COTA M.S.N.M

Velocidad de Proyecto (V)=	30	Km/h
Tiempo de Reacción (t)=	2.5	seg
Coefficiente de fricción (f)=	0.25	-

Pendiente de Entrada (g1)=	5.49%	%
Pendiente de Salida (g2)=	5.06%	%
Altura de los ojos del ciclista (H1)=	1.4	m
altura del objeto (H2)=	0	m

Distancia de visibilidad S [m]

$$A = |g1 - g2| =$$

0.0043	%
--------	---

$$S = \frac{v^2}{255(G+f)} + 0,694 V =$$

34.907 m

Caso I S < L

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2H1} + \sqrt{2H2})^2} =$$

0.019 m

No Cumple

Longitud de la Curva	42	m
----------------------	----	---

ADOPTAMOS UNA LONGITUD DE CURVA 42 m

Caso II S > L

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} =$$

-581.4 m

Cumple

tramo 4 y 5		progresiva 0+300 - 1+348					
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1904.775 m	5.06%	7.02%	1.97%	0.68	Parábola simétrica	1.330m	67.670m

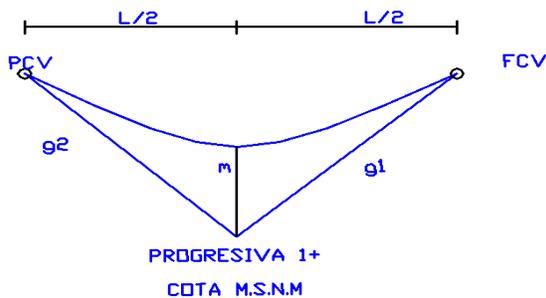
CURVA 6

Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva	Tipo de curva de perfil
1908.307 m		-1.77%						
1907.574 m	-1.77%	0.69%	2.46%	10.79	Parábola simétrica	26.492m	1079.022 m	Cóncavo
1908.210 m	0.69%	-0.01%	0.70%	31.33	Parábola simétrica	21.776m	3133.002 m	Convexo
1908.207 m	-0.01%	2.16%	2.17%	8.971	Parábola simétrica	19.453m	897.073 m	Cóncavo
1909.522 m	2.16%	-0.20%	2.37%	6.398	Parábola simétrica	15.139m	639.824 m	Convexo
1909.250 m	-0.20%	-1.32%	1.12%	58.829	Parábola simétrica	65.881m	5882.923 m	Convexo
1907.773 m	-1.32%							

DISEÑO DE CURVAS VERTICALES

tramo 4 y 5 progresiva 0+300 - 1+348							
Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1909.522 m	2.16%	-0.20%	2.37%	6.40	Parábola simétrica	15.139m	639.824m

CURVA 3



Velocidad de Proyecto (V)=	30	Km/h
Tiempo de Reacción (t)=	2.5	seg
Coefficiente de fricción (f)=	0.25	-
Pendiente de Entrada (g1)=	2.16%	%
Pendiente de Salida (g2)=	-0.20%	%
Altura de los ojos del ciclista (H1)=	1.4	m
altura del objeto (H2)=	0	m

Distancia de visibilidad S [m]

$$A = |g1 - g2| =$$

0.0236

%

$$S = \frac{V^2}{255(G+f)} + 0,694 V =$$

34.925 m

Caso I S < L

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2H1} + \sqrt{2H2})^2} =$$

0.103 m

No Cumple

Longitud de la Curva

16 m

ADOPTAMOS UNA LONGITUD DE CURVA

16 m

Caso II S > L

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} =$$

-48.79 m

Cumple

ANEXO 6
DISEÑO ESTRUCTURAL

ANEXO 6
DISEÑO ESTRUCTURAL

1. INTRODUCCIÓN.

En esta memoria se presenta el diseño para la Carpeta Asfáltica utilizaremos el diseño el método AASHTO-93.

El diseño del pavimento flexible se aplicara en los tramos 1, 2, 4 y parte del tramo 5, los mismos se detallara en el siguiente cuadro:

Tabla N° 1: Tramo ciclo vía

Tramo	Descripción	Progresiva		Tipo de infraestructura
		Inicio	Fin	
1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550	Ciclovía en sitio propio o anden
2	Campo deportivo García Agreda	0+000	0+974	Ciclovía en sitio propio o anden
4	Pasaje Narváez	0+300	0+600	Ciclovía en sitio propio o anden
5	Av. Luis de Fuentes	0+800	1+345	Ciclovía en sitio propio o anden

Fuente: Elaboración propia.

2. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO AASHTO-93.

Para el modelo básico del método AASHTO-93, se utilizara el programa AASHTO de diseño de pavimentos (1993).

Los parámetros y valores necesarios para introducir al programa se describen en las siguientes secciones.

2.1. 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 lineares. El módulo resiliente puede ser utilizado directamente para el diseño de pavimentos flexibles.

El método utilizado para caracterizar la subrasante es el método de valor soporte california C.B.R. ya que el equipo necesario para utilizar el Mr es costoso y no está disponible.

La AASHTO proporciona la siguiente ecuación para correlacionar valores de C.B.R. menores o iguales a 10% y para materiales de grano fino y empapado.

$$M_R = 1500 \cdot CBR$$

M_R en psi y CBR en %, para suelos finos con CBR menor a 10%

De acuerdo a la experiencia en Latinoamérica, las ecuaciones que se presentan a continuación son las más utilizadas y las que han sido aplicadas en el presente diseño:

$$M_R = 17.600 \cdot CBR^{0.640}$$

M_R en MPa y CBR en %, para suelos finos con CBR menor a 12%

$$M_R = 22.100 \cdot CBR^{0.550}$$

M_R en MPa y CBR en %, para suelos granulares 12% < CBR < 80%

2.1.1.CBR de diseño.

El CBR de diseño se consiguió de los datos obtenidos del estudio de suelos y materiales, se utilizaron los valores de CBR al 95% del Proctor modificado AASHTO t-180.

Los valores obtenidos para la carretera en estudio:

Tabla N° 2: Valores de soporte de la subrasante

Tramo	Descripción	Progresiva		CBR < 95% ocurrencia	M_R (psi)
		Inicio	Fin		
1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550	3.3	4950
2	Campo deportivo García Agreda	0+000	0+974	2.02	3030
4	Pasaje Narváez	0+300	0+600	18	27000
5	Av. Luis de Fuentes	0+800	1+345	11	16500

Fuente: Elaboración propia

2.1.2.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 M147 de la AASHTO con CBR mayor o igual a 30%.

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 M147 de la AASHTO con CBR mayor o igual a 80%.

Bajo estas premisas se calcula y definen los módulos de resiliencia de las capas del pavimento flexible como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 3: Módulo de elasticidad de las capas del pavimento flexible

Capa	CBR	M _r
		(psi)
Carpeta asfáltica	-----	435000
Base granular triturada	80.00%	28000
Sub base granular	25.00%	14000

Fuente: Elaboración propia

2.2. Periodo de diseño.

El periodo de diseño definido para un pavimento flexible con mantenimiento es de 20 años.

2.3. 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) No se toma en cuenta la pérdida de serviciabilidad por el hinchamiento debido a que se planea la remoción del suelo expansivo.

2.3.1. 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 para pavimento flexible tenemos:

- pavimentos flexibles: p_o = 4.200

2.3.2.Serviciabilidad final.

Serviciabilidad terminal “pt” es el valor de psi mínimo tolerable de un pavimento. Cuando la serviciabilidad de un pavimento alcanza este valor, se requiere rehabilitación. Para volúmenes bajos de tránsito la AASHTO recomienda un valor de $p_t = 2.000$ siendo una carretera secundaria, por la poca carga que utilizara.

Se ha tomado una serviciabilidad inicial de 4.200 y serviciabilidad final de proyecto de 2.000, con una diferencia entre ambos de $\Delta\text{psi}=2.200$, conforme recomienda la guía de la AASHTO.

2.4.Número total de ejes simples y equivalentes.

Según el estudio de tráfico expuesto en el anexo 4 se tiene un número total de ejes equivalentes de:

$$W_{18}= 296.630 \text{ ESALs.}$$

Por lo tanto asumiremos un valor mínimo de:

$$W_{18}=0.1*10^6 \text{ ESALs.}$$

2.5.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

2.5.1.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.

Para el diseño de la ciclovía dentro de la ciudad en zona urbana no tenemos una norma para clasificar las calles, entonces tendremos que apropiar una clasificación funcional, los mismos que detallaremos en el siguiente cuadro:

Tabla N° 4: Valores de soporte de la subrasante

Tramo	Descripción	Progresiva		Clasificación funcional (apropiadas)	Confiabilidad sugerida (R%)
		Inicio	Fin		Zona urbana
1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550	Arterias principales	80-99
2	Campo Deportivo García Agreda	0+000	0+974	Locales	50-80
4	Pasaje Narváez	0+300	0+600	locales	50-80
5	Av. Luis de Fuentes	0+800	1+345	Arterias principales	80-99

Fuente: Elaboración propia

Adoptaremos un grado de confiabilidad $R=80\%$, por lo tanto la desviación normal standard elegido es $Z_r = -0.841$

2.5.2.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. Considerando la varianza del tránsito futuro:

Adoptaremos la desviación estándar total para pavimentos flexibles: $S_o = 0.490$

2.6.Coeficientes 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.

$$a_2 = 0.250 \cdot \log \frac{E_B}{23} + 0.110$$

$$0.060 \leq a_2 \leq 0.200$$

Donde:

Módulo resiliente de la base granular $E_B = 28$ ksi

Coefficiente estructural base granular $a_2 = 0.131$

- SUB BASE GRANULARES.

$$a_3 = 0.230 \cdot \log \frac{E_{SB}}{23} + 0.150$$

$$0.060 \leq a_3 \leq 0.200$$

Donde:

Módulo resiliente de la sub base granular $E_{SB} = 14$ ksi

Coefficiente estructural sub base granular $a_2 = 0.100$

2.7. Coeficiente 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.

Para un primer diseño se considera que la calidad del drenaje será buena, es decir que el tiempo de remoción del agua del pavimento será de un día, y el porcentaje de tiempo que

el pavimento estará sujeto a condiciones de humedad próxima de la saturación será más de 25%.

Por lo tanto según los valores proporcionados por el método AASHTO para la capa base, sub base y refuerzo, se adoptó coeficiente igual a $m_1 = 1$ y $m_2 = 1$

Tabla N° 5: Calidad de drenaje en función al tiempo en que alcanza 85 % de saturación.

Calidad de drenaje	85% de saturación alcanzado
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drena

Fuente: guía de diseño AASHTO, parte ii, sección 2.4.1

Tabla N° 6: Coeficiente de drenaje en relación al porcentaje de tiempo que el pavimento está sometido a niveles de saturación y la calidad 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 - 1.200	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: guía de diseño AASHTO, parte I, sección 1.8

3. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.

3.1.Construcción con carpeta asfáltica.

Los espesores de la capa del pavimento flexible serán definidos por criterios constructivos para la carpeta asfáltica, la capa base y la capa sub base, según los valores mínimos establecidos por el programa de diseño AASHTO 93.

3.1.1.Calculo del espesor del pavimento flexible para el tramo 1, av. Celedonio Ávila.

Los espesores de la carpeta asfáltica serán determinados por el programa AASHTO 1993 mostrado en la siguiente imagen:

Cuadro N° 1: Calculo de espesores de las capas del pavimento flexible para el tramo 1 (av. Celedonio Ávila), utilizando el programa AASHTO 1993.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)
 Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So): 80 % $Z_r = -0.841$ So: 0.49

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2.0

Tránsito de diseño: W18: 100000

Pavimento flexible

Capa	Módulo de elasticidad (psi)	Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Espesor D (plg.)	Espesor D* (plg.)	SN* dispuesto
1	435000	¿E/a?	0.440	1.30	2,95 3,0	3,0	1,32
2	28000	¿E/a?	0.131	1,73	3,13 3,5	4,0	0,52
3	14000	¿E/a?	0.100	2,56	7,16 7,5	7,5	0,75
4	4950	MR					2,59 OK

W18 real: 1,10E+005

Cálculo de W18 para un SN: SN: 2.59 W18: 1,09E+005

Quitar el control de variables

Botones: Diseñar, Ver informe, Salir

Fuente: Programa método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

ALTERNATIVA 1: Construcción de carpeta asfáltica tomando en cuenta la capa sub base.

Los valores obtenidos del programa son:

Numero estructural necesario SN = 2.59 plg.

Esesor de la carpeta asfáltica $D_1 = 3$ plg.  $D_1 = 2$ plg. ó $D_1 = 5$ cm.

Esesor de la capa base $D_2 = 4$ plg. ó $D_2 = 10$ cm.

Esesor de la capa sub base $D_3 = 7.5$ plg ó $D_3 = 19.00$ cm.

Tabla N° 7: Espesores pavimento flexible, alternativa 1, tramo 1 (av. Celedonio Ávila).

Tramo	Descripción	Progresiva		Capa	Espesores (cm)
		Inicio	Fin		
1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550	Carpeta asfáltica	5
				Base triturada	10
				Sub base granular	19

Fuente: Elaboración propia

ALTERNATIVA 2: Construcción de carpeta asfáltica sin tomar en cuenta la capa sub base.

Los valores obtenidos del programa son:

Numero estructural necesario SN = 2.59 plg.

Coficiente estructural carpeta asfáltica $a_1 = 0.440$

Coficiente estructural capa base $a_2 = 0.131$

Coficiente estructural capa sub base $a_3 = 0.100$

Coficiente drenaje capa base $m_1 = 1$

Coficiente drenaje capa sub base $m_2 = 1$

Esesor de la carpeta asfáltica $D_1 = 3$ plg.  $D_1 = 2$ plg. ó $D_1 = 5$ cm.

Esesor de la capa base $D_2 = 4$ plg. ó $D_2 = 10$ cm.

Esesor de la capa sub base $D_3 = 0$

El espesor de la capa base será determinada resolviendo la siguiente ecuación.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_1 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_2$$

Despejando el espesor D_2 de la capa base tenemos:

$$D_2 = \frac{SN - a_1 \cdot D_1}{a_2 \cdot m_1}$$

Resolviendo la ecuación se tiene un espesor de la base igual a $D_2=13.05$ plg.

Los espesores del pavimento flexible son los siguientes.

Tabla N° 8: Espesores pavimento flexible, alternativa 2, tramo 1 (av. Celedonio Ávila).

Tramo	Descripción	Progresiva		Capa	Espesores constructivos (Cm)
		Inicio	Fin		
1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550	Carpeta asfáltica	5
				Base triturada	34
				Sub base granular	0

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Calculo del espesor del pavimento flexible para el tramo 2, campo deportivo García Agreda.

Los espesores de la carpeta asfáltica serán determinados por el programa AASHTO 1993 mostrado en la siguiente imagen:

Cuadro N° 2: Calculo de espesores de las capas del pavimento flexible para el tramo 2 (campo deportivo García Agreda), utilizando el programa AASHTO 1993.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So): 80 % $Z_r = -0.841$ So: 0.49

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2.0

Tránsito de diseño: W18: 100000

Pavimento flexible

Capa	Módulo de elasticidad (psi)	Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Esesor D (plg.)	Esesor D* (plg.)	SN* dispuesto
1	435000	$\frac{1}{2}E/a?$ 0.440	1.00	$\frac{1}{2}m?$ 1,30	2,95 3,0	3,0	1,32
2	28000	$\frac{1}{2}E/a?$ 0.131	1.00	$\frac{1}{2}m?$ 1,73	3,13 3,5	4,0	0,52
3	14000	$\frac{1}{2}E/a?$ 0.100	1.00	$\frac{1}{2}m?$ 3,05	12,06 12,5	12,5	1,25
4	3030	MR					

W18 real: 1,11E+005

SN: 3.09 W18: 1,10E+005

Quitar el control de variables

Fuente: Programa método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

ALTERNATIVA 1: Construcción de carpeta asfáltica tomando en cuenta la capa sub base.

Los valores obtenidos del programa son:

Numero estructural necesario SN = 3.09 plg.

Espesor de la carpeta asfáltica $D_1 = 3$ plg.  $D_1 = 2$ plg. ó $D_1 = 5$ cm.

Espesor de la capa base $D_2 = 4$ plg. ó $D_2 = 10$ cm.

Espesor de la capa sub base $D_3 = 12.5$ plg ó $D_3 = 31.75$ cm.

Tabla N° 9: Espesores pavimento flexible, alternativa 1, tramo 2 (campo deportivo García Agreda).

Tramo	Descripción	Progresiva		Capa	Espesores constructivos (cm)
		Inicio	Fin		
2	Campo deportivo García Agreda	0+000	0+974	Carpeta asfáltica	5
				Base triturada	10
				Sub base granular	32

Fuente: Elaboración propia

ALTERNATIVA 2: Construcción de carpeta asfáltica sin tomar en cuenta la capa sub base.

Los valores obtenidos del programa son:

Numero estructural necesario SN = 3.09 plg.

Coefficiente estructural carpeta asfáltica $a_1 = 0.440$

Coefficiente estructural capa base $a_2 = 0.131$

Coefficiente estructural capa sub base $a_3 = 0.100$

Coefficiente drenaje capa base $m_1 = 1$

Coefficiente drenaje capa sub base $m_2 = 1$

Espesor de la carpeta asfáltica $D_1 = 3$ plg.  $D_1 = 2$ plg. ó $D_1 = 5$ cm.

Espesor de la capa base $D_2 = 4$ plg. ó $D_2 = 10$ cm.

Espesor de la capa sub base $D_3 = 0$

El espesor de la capa base será determinada resolviendo la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_1 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_2$$

Despejando el espesor D_2 de la capa base tenemos:

$$D_2 = \frac{SN - a_1 \cdot D_1}{a_2 \cdot m_1}$$

Resolviendo la ecuación se tiene un espesor de la base igual a $D_2=16.87$ plg

Los espesores del pavimento flexible son los siguientes.

Tabla N° 10: Espesores pavimento flexible, alternativa 2, tramo 2 (campo deportivo García Agreda).

Tramo	Descripción	Progresiva		Capa	Espesores Constructivos (cm)
		Inicio	Fin		
2	Campo deportivo García Agreda	0+000	0+974	Carpeta asfáltica	5
				Base triturada	43
				Sub base granular	0

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Calculo del espesor del pavimento flexible para el tramo 4, pasaje Narváez.

Los espesores de la carpeta asfáltica serán determinados por el programa AASHTO 1993 mostrado en la siguiente imagen:

Cuadro N° 3: Calculo de espesores de las capas del pavimento flexible para el tramo 4 (pasaje Narváez), utilizando el programa AASHTO 1993.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)
 Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confiability (R) and standard deviation (So): 80% Zr = -0.841 (Ayuda) So: 0.49

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.2 (Ayuda) PSI final: 2.0

Tránsito de diseño: W18: 100000

Pavimento flexible

Capa	Módulo de elasticidad (psi)	Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Espesor D (plg.)	Espesor D* (plg.)	SN* dispuesto
1	435000	¿E/a?	1.00	1.30	2.95 3.0	3.0	1.32
2	28000	¿E/a?	1.00	1.73	3.13 3.5	4.0	0.52
3	14000	¿E/a?	1.00	1.32	-5.24 0.0	0.0	0.00
4	27000	MR					1.84 OK

W18 real: 6,77E+005

Cálculo de W18 para un SN: SN: 1.84 W18: 6,68E+005

Quitar el control de variables

Botones: Diseñar, Ver informe, Salir

Fuente: Programa método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

ALTERNATIVA 1: Construcción de carpeta asfáltica tomando en cuenta la capa sub base.

Los valores obtenidos del programa son:

Numero estructural necesario SN = 1.84 plg.

Coefficiente estructural carpeta asfáltica $a_1 = 0.440$

Coefficiente estructural capa base $a_2 = 0.131$

Coefficiente estructural capa sub base $a_3 = 0.100$

Coefficiente drenaje capa base $m_1 = 1$

Coefficiente drenaje capa sub base $m_2 = 1$

Esesor de la carpeta asfáltica $D_1 = 3$ plg.  $D_1 = 2$ plg. ó $D_1 = 5$ cm.

Esesor de la capa base $D_2 = 4$ plg. ó $D_2 = 10$ cm.

Esesor de la capa sub base $D_3 = 0$

El esesor de la capa sub base será determinada resolviendo la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_1 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_2$$

Despejando el esesor D_3 de la capa base tenemos:

$$D_3 = \frac{SN - a_1 \cdot D_1 - a_2 \cdot D_2 \cdot m_1}{a_3 \cdot m_2}$$

Resolviendo la ecuación se tiene un esesor de la base igual a $D_3 = 4.36$ plg

Tabla N° 11: Espesores pavimento flexible, alternativa 1, tramo 4 (pasaje Narváez).

Tramo	Descripción	Progresiva		Capa	Espesores constructivos (cm)
		Inicio	Fin		
4	Pasaje Narváez	0+000	1+550	Carpeta asfáltica	5
				Base triturada	10
				Sub base granular	11

Fuente: Elaboración propia.

ALTERNATIVA 2: Construcción de carpeta asfáltica sin tomar en cuenta la capa sub base.

Los valores obtenidos del programa son:

- Numero estructural necesario SN = 1.84 plg
- Coefficiente estructural carpeta asfáltica $a_1 = 0.440$
- Coefficiente estructural capa base $a_2 = 0.131$
- Coefficiente estructural capa sub base $a_3 = 0.100$
- Coefficiente drenaje capa base $m_1 = 1$
- Coefficiente drenaje capa sub base $m_2 = 1$
- Espesor de la carpeta asfáltica $D_1 = 3$ plg.  $D_1 = 2$ plg. ó $D_1 = 5$ cm.
- Espesor de la capa base $D_2 = 4$ plg. ó $D_2 = 10$ cm.
- Espesor de la capa sub base $D_3 = 0$

El espesor de la capa base será determinada resolviendo la siguiente ecuación.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_1 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_2$$

Despejando el espesor D_2 de la capa base tenemos:

$$D_2 = \frac{SN - a_1 \cdot D_1}{a_2 \cdot m_1}$$

Resolviendo la ecuación se tiene un espesor de la base igual a $D_2 = 7.33$ plg

Los espesores del pavimento flexible son los siguientes.

Tabla N° 12: Espesores pavimento flexible, alternativa 2, tramo 4 (pasaje Narváez).

Tramo	Descripción	Progresiva		Capa	Espesores Constructivos (cm)
		Inicio	Fin		
4	Pasaje Narváez	0+000	1+550	Carpeta asfáltica	5
				Base triturada	19
				Sub base granular	0

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Calculo del espesor del pavimento flexible para el tramo 5, av. Luis de Fuentes.

Los espesores de la carpeta asfáltica serán determinados por el programa AASHTO 1993 mostrado en la siguiente imagen:

Cuadro N° 4: Calculo de espesores de las capas del pavimento flexible para el tramo 5 (av. Luis de Fuentes), utilizando el programa AASHTO 1993.

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento: Flexible Rígido

Confianabilidad (R) y desviación estándar (So): 80 % Zr = - 0.841
So: 0.49

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.2
PSI final: 2.0

Tránsito de diseño: W18: 100000

Pavimento flexible

Capa	Módulo de elasticidad (psi)	Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Espesor D (plg.)	Espesor D* (plg.)	SN* dispuesto	
1	435000	$\frac{E}{a}$?	1.00	1.30	2.95	3.0	1.32	
2	28000	$\frac{E}{a}$?	1.00	1.73	3.13	4.0	0.52	
3	14000	$\frac{E}{a}$?	1.00	1.62	-2.24	0.0	0.00	
4	16500	MR					1.84	OK

W18 real: 2,16E+005

Cálculo de W18 para un SN: SN: 1.84 W18: 2,13E+005

Quitar el control de variables

Fuente: Programa método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

ALTERNATIVA 1: Construcción de carpeta asfáltica tomando en cuenta la capa sub base.

Los valores obtenidos del programa son:

Numero estructural necesario SN = 1.84 plg.

Coefficiente estructural carpeta asfáltica $a_1 = 0.440$

Coefficiente estructural capa base $a_2 = 0.131$

Coefficiente estructural capa sub base $a_3 = 0.100$

Coefficiente drenaje capa base $m_1 = 1$

Coefficiente drenaje capa sub base $m_2 = 1$

Esesor de la carpeta asfáltica $D_1 = 3$ plg.  $D_1 = 2$ plg. ó $D_1 = 5$ cm.

Esesor de la capa base $D_2 = 4$ plg. ó $D_2 = 10$ cm.

Esesor de la capa sub base $D_3 = 0$

El esesor de la capa sub base será determinada resolviendo la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_1 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_2$$

Despejando el esesor D_3 de la capa base tenemos:

$$D_3 = \frac{SN - a_1 \cdot D_1 - a_2 \cdot D_2 \cdot m_1}{a_3 \cdot m_2}$$

Resolviendo la ecuación se tiene un esesor de la base igual a $D_3 = 4.36$ plg

Tabla N° 13: Espesores pavimento flexible, alternativa 1, tramo 5 (av. Luis de Fuentes).

Tramo	Descripción	Progresiva		Capa	Espesores constructivos (cm)
		Inicio	Fin		
5	Av. Luis de Fuentes	0+800	1+345	Carpeta asfáltica	5
				Base triturada	10
				Sub base granular	11

Fuente: Elaboración propia.

ALTERNATIVA 2: Construcción de carpeta asfáltica sin tomar en cuenta la capa sub base.

Los valores obtenidos del programa son:

- Numero estructural necesario SN = 1.84 plg
- Coefficiente estructural carpeta asfáltica $a_1 = 0.440$
- Coefficiente estructural capa base $a_2 = 0.131$
- Coefficiente estructural capa sub base $a_3 = 0.100$
- Coefficiente drenaje capa base $m_1 = 1$
- Coefficiente drenaje capa sub base $m_2 = 1$
- Espesor de la carpeta asfáltica $D_1 = 3$ plg.  $D_1 = 2$ plg. ó $D_1 = 5$ cm.
- Espesor de la capa base $D_2 = 4$ plg. ó $D_2 = 10$ cm.
- Espesor de la capa sub base $D_3 = 0$

El espesor de la capa base será determinada resolviendo la siguiente ecuación.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_1 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_2$$

Despejando el espesor D_2 de la capa base tenemos:

$$D_2 = \frac{SN - a_1 \cdot D_1}{a_2 \cdot m_1}$$

Resolviendo la ecuación se tiene un espesor de la base igual a $D_2 = 7.33$ plg

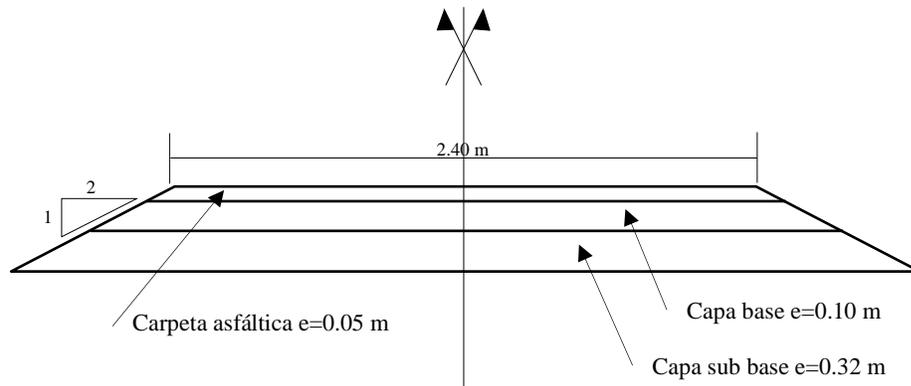
Los espesores del pavimento flexible son los siguientes:

Tabla N° 14: Espesores pavimento flexible, alternativa 2, tramo 5 (av. Luis de Fuentes)

Tramo	Descripción	Progresiva		Capa	Espesores constructivos (cm)
		Inicio	Fin		
5	Av. Luis de Fuentes	0+800	1+345	Carpeta asfáltica	5
				Base triturada	19
				Sub base granular	0

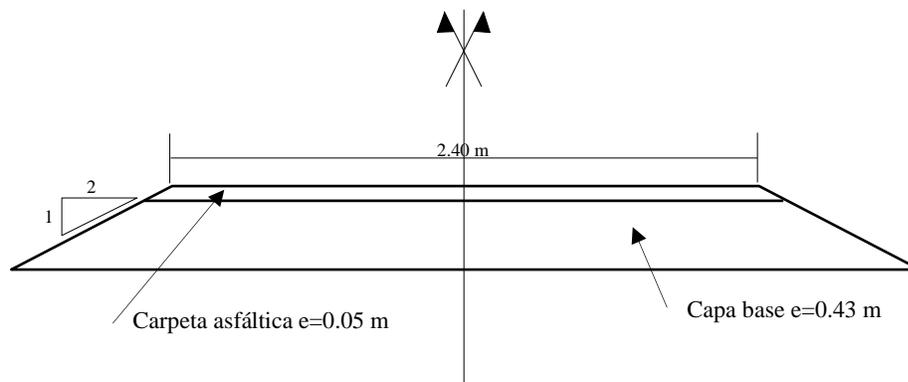
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 1: Espesores pavimento flexible alternativa I (Campo deportivo García Agreda)



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2: Espesores pavimento flexible alternativa II (Campo deportivo García Agreda)



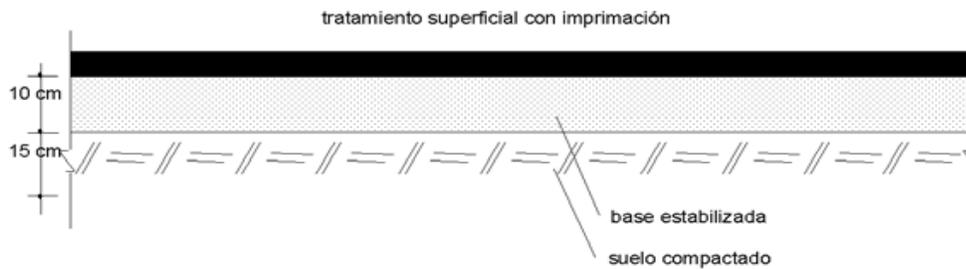
Fuente: Elaboración propia

4. Espesores de pavimentos bituminosos según el manual de diseño de ciclo rutas P.M.C. Los pavimentos bituminosos descritos a continuación son bastante utilizados en pavimentación de vías y calles. Se recomiendan dos tipos principales:

4.1. Pavimentos con tratamiento superficial simple

Tratamiento superficial simple, con emulsión preferiblemente colorizada

Figura N° 3: Espesor de pavimento con tratamiento superficial simple

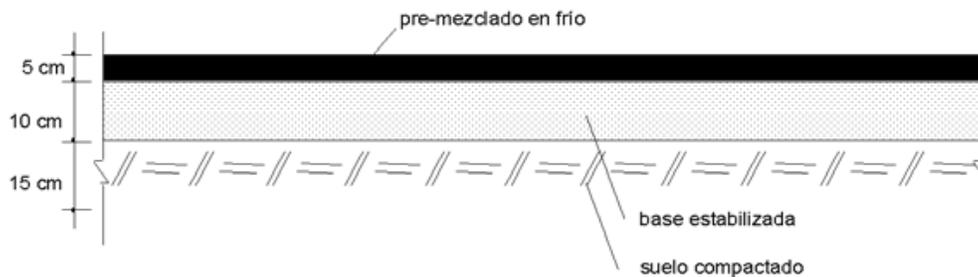


Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclorutas para Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

4.2. Pavimento en concreto asfáltico – mezcla en frío

Concreto asfáltico, mezcla en frío con empleo de emulsión o con asfalto líquido

Figura N° 4: Espesor de pavimento en concreto asfáltico – mezcla en frío



Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclorutas para Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

Cuadro N° 5: Espesor de pavimento bituminoso recomendado por el manual de diseño de ciclo rutas P.M.C.

Capa	Espesores constructivos (cm)
Carpeta asfáltica	5
Base triturada	10
Sub base granular	15

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclorutas para Santa Fé De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fé De Bogotá D.C. 1999, 93 p.

ANEXO 7
DISEÑO DE DRENAJE

ANEXO 7

DISEÑO DE DRENAJE

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO A ESTUDIO

El drenaje de las vías para ciclistas será de la manera más natural posible, ajustándose lo más posible a la topografía del terreno y evitando redes de drenaje y disposición de aguas de lluvias.

Los sistemas de recolección y evacuación de aguas pluviales deben proyectarse cuando las condiciones propias de drenaje de los tramos de diseño requieran una solución a la evacuación del escurrimiento pluvial. No necesariamente todos los tramos o sectores requieren un sistema pluvial. Dependiendo de las condiciones topográficas, las características de las vías, la estructura y el desarrollo urbano, entre otras, la evacuación de las aguas pluviales debe lograrse satisfactoriamente a través de las cunetas de las calles. Donde sea necesario o solamente los sectores con problemas de inundaciones.

El estudio del Proyecto de Ingeniería de diseño final de ciclo vía urbana zona distrito 11, 12 y 13, la misma que atraviesa diferentes áreas urbanas dentro de la ciudad, cuentan con un sistema de recolección y evacuación de aguas pluviales. Excepto del tramo 2 que la misma atraviesa el campo deportivo García Agreda.

El Reglamento Nacional NB 688 (Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial) plantea las siguientes condiciones que deben cumplir un sistema de alcantarillado:

- Permitir una rápida evacuación del agua pluvial de las vías públicas
- Evitar la formación de caudales excesivos en las calzadas
- Evitar la invasión de aguas pluviales a propiedades públicas y privadas
- Evitar la acumulación de aguas en vías de circulación
- Evitar la paralización del tráfico vehicular y peatonal durante una precipitación pluvial intensa
- Evitar las conexiones erradas del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales
- Mitigar efectos nocivos a cuerpos de agua receptores por contaminación de escurrimiento pluvial urbano

El sistema de alcantarillado de los tramos de estudio que tiene sistema de alcantarillado cumplen con las condiciones que plantea el Reglamento Nacional NB 688 (Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial) los mismos funcionan correctamente sin problemas de inundaciones, por lo tanto solo se realizara el diseño de sistema de alcantarillado pluvial para el tramo 2 (campo deportivo García Agreda).

2. PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema de recolección y evacuación de aguas pluviales. A continuación se establecen las condiciones para su definición y estimación:

2.1. Período de diseño

El período de diseño es el tiempo durante el cual servirán eficientemente las obras del sistema.

El período de diseño debe adoptarse en función de los componentes del sistema y las características de la población.

Se establece un periodo de diseño de 20 años

2.2. Áreas de aporte

El trazado de la red de drenaje de aguas pluviales debe seguir las calles del área tributarias de cada tramo que se diseñara.

El área de aporte de drenaje se realizó por medición directa en el plano general, y su delimitación debe ser consistente con las redes de drenaje natural.

El cálculo de las áreas de aporte en el Google eart son las siguientes:

Cuadro N° 1: Áreas de aporte

Áreas de diseño	Área de aporte 1 (tramo 2) Km ²	Área de aporte 2 (tramo 7) Km ²
Aporte a	0.01844	0.003016
Aporte b	0.02174	0.002973

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 1: Descripción del área de aporte 1 (tramo 2)



Fuente: Google Earth, Elaboracion propia

Figura N° 2: Descripción del área de aporte 2 (tramo 7)



Fuente: Google Earth, Elaboracion propia

2.3. Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación que debe usarse en la estimación del caudal de diseño de aguas pluviales corresponde a la intensidad media de precipitación dada por las curvas IDF para el periodo de retorno de diseño definido con base en lo establecido en anexo 2 (estudio hidrológico)

Para un periodo de retorno $T= 20$ años nos da la siguiente ecuación:

$$i = 40.203 * x^{-0.474}$$

Resolviendo tenemos:

$$i=65.93 \text{ mm/hr}$$

2.4. Coeficiente de escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento (C), es función del tipo de superficie, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escurrimiento.

Para la estimación de (C) se deben adoptar los valores de la siguiente tabla

Tabla N° 1: Coeficientes de escurrimiento superficial

Características generales de la cuenca receptora	Valores C
Partes centrales, densamente construidas con calles y vías pavimentadas	0,70 a 0,90
Partes adyacentes al centro, de menor densidad de habitación con calles y vías pavimentadas	0,70
Zonas residenciales de construcciones cerradas y vías pavimentadas	0,65
Zonas residenciales medianamente habitadas	0,55 a 0,65
Zonas residenciales de pequeña densidad	0,35 a 0,55
Barrios con jardines y vías empedradas	0,30
Superficies arborizadas, parques, jardines y campos deportivos con pavimento	0,10 a 0,20

Fuente: Reglamento Nacional NB 688 (Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial)

Según las características del tramo 2 el valor del coeficiente de escurrimiento C será:

$$C = 0.20$$

2.5. Caudal de diseño

Para la estimación del caudal de diseño debe utilizarse el método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas pluviales con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escurrimiento.

La ecuación del método racional, expresada en unidades compatibles es:

$$Q = 0.278 * C * i * A$$

Donde:

- Q= Caudal pico de escurrimiento de aguas pluviales, en m³/s
- C= Coeficiente de escurrimiento medio para un conjunto de superficies, adimensional
- i= Intensidad media de la lluvia, en mm/h
- A= Área de la superficie de las zonas afluentes, en km²

Calculamos:

Caudal pico área de aporte 1 (tramo 2)

- Para el área de aporte a

$$Q_1 = 0.0676 \text{ m}^3/\text{s} \text{ o también } Q_1 = 67.58 \text{ L/s}$$

- Para el área de aporte b

$$Q_2 = 0.0797 \text{ m}^3/\text{s} \text{ o también } Q_2 = 79.71 \text{ L/s}$$

Caudal pico área de aporte 2 (tramo 7)

- Para el área de aporte a

$$Q_1 = 0.01106 \text{ m}^3/\text{s} \text{ o también } Q_1 = 11.06 \text{ L/s}$$

- Para el área de aporte b

$$Q_2 = 0.010898 \text{ m}^3/\text{s} \text{ o también } Q_2 = 10.90 \text{ L/s}$$



$$Q_{\text{total}} = 0.02195 \text{ m}^3/\text{s} \text{ o también } Q_{\text{total}} = 21.95 \text{ L/s}$$

3. DISEÑO DE ALCANTARILLAS PASO.

En el presente estudio se proyecta la construcción de alcantarillas de paso que tendrán una sección tipo cajón de hormigón.

- Coeficiente “n” de rugosidad de Manning

El coeficiente de rugosidad “n” de la fórmula de Manning para alcantarillados pluviales principalmente depende de la forma y del tipo de material

Valores de “n” se presentan en la siguiente tabla para diferentes tipos de materiales.

Tabla N° 2: Valores del coeficiente de rugosidad

Material	Coeficiente de rugosidad (n)
Hormigón liso	0.011
Hormigón, superficie en mortero	0.013
PVC	0.010
Metal corrugado para aguas pluviales	0.024

Fuente: Reglamento Nacional NB 688 (Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial)

Para el cálculo de la dimensión de alcantarilla de paso tipo cajón, utilizaremos el programa hidráulico HCANALES mostrado en la siguiente gráfica:

Figura N° 3: Diseño de alcantarilla de paso N°1, tipo cajón.



Fuente: HCanales (programa)

Cuadro N° 2: Dimensiones de la alcantarilla de paso N°1

Dimensiones Constructivas	
Ancho de solera	0.40 m
Tirante	0.20 m
Borde libre	0.10 m

Fuente: Elaboración propia

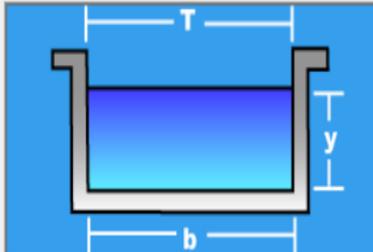
Figura N° 4: Diseño de alcantarilla de paso N°2, tipo cajon.

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante (y): m Ancho de solera (b): m
 Perímetro (p): m Área hidráulica (A): m²
 Radio hidráulico (R): m Espejo de agua (T): m
 Velocidad (v): m/s Número de Froude (F):
 Energía específica (E): m-Kg/Kg Tipo de flujo:

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ingresar el valor del coeficiente de rugosidad de acuerdo al material del canal 19:47 23/8/2020

Fuente: HCanales (programa)

Cuadro N° 3: Dimensiones de la alcantarilla de paso N°2

Dimensiones Constructivas	
Ancho de solera	0.45 m
Tirante	0.20 m
Borde libre	0.10 m

Fuente: Elaboración propia

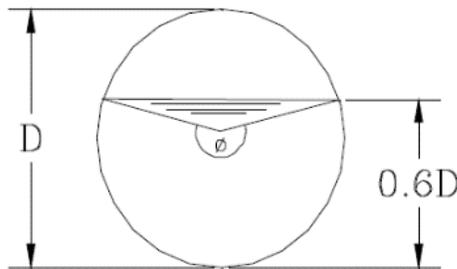
4. DISEÑO DE TUBERIA LONGITUDINAL.

Se diseñará una tubería longitudinal que servirá para el traslado de las aguas pluviales hacia un alcantarillado pluvial.

- Tirante de la sección.

Se diseñará la sección con el tirante al 70% del diámetro, como se muestra en la siguiente gráfica:

Figura N° 5: Sección del tirante.



Fuente: Elaboración propia con el programa AutoCAD.

Para el cálculo del diámetro de la tubería utilizaremos el programa hidráulico HCANALES mostrado en la siguiente gráfica:

Figura N° 6: Diseño de tubería longitudinal N°1.

Lugar:	<input type="text" value="Garcia Agreda"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0675846"/> m ³ /s
Relación (y/d):	<input type="text" value="0.70"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.003"/> m/m



Resultados:			
Diámetro (d):	<input type="text" value="0.3514"/> m	Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="0.6965"/> m
Tirante (y):	<input type="text" value="0.2460"/> m	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1041"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0725"/> m ²	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.9323"/> m/s
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.3220"/> m	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2902"/> m-Kg/Kg
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.6273"/>	Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>

<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Limpiar Pantalla"/>	<input type="button" value="Imprimir"/>	<input type="button" value="Menú Principal"/>	<input type="button" value="Calculadora"/>
---	---	---	---	--

Ingresar el nombre del tramo del canal 20:06 23/8/2020

Fuente: HCanales (programa).

Cuadro N° 4: Dimensiones tubería longitudinal N°1

Dimensiones Constructivas		
Diámetro	0.38	m
Diámetro	15	Plg
Tirante	0.25	m
Espejo de Agua	0.32	m

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 7: Diseño de tubería longitudinal N°2.

Diseño para una relación tirante - diámetro y/d, conocido
- □ ×

Lugar:

Tramo:

Proyecto:

Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Relación (y/d):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m



Resultados:

Diámetro (d): m

Tirante (y): m

Área hidráulica (A): m²

Espejo de agua (T): m

Número de Froude (F):

Perímetro mojado (p): m

Radio hidráulico (R): m

Velocidad (v): m/s

Energía específica (E): m-Kg/Kg

Tipo de flujo:



Calcular



Limpiar Pantalla



Imprimir



Menú Principal



Calculadora

Ingresar el valor del coeficiente de rugosidad de acuerdo al material del canal

20:17

23/8/2020

Fuente: HCanales (programa).

Cuadro N° 5: Dimensiones tubería longitudinal N°2

Dimensiones Constructivas	
Diámetro	0.45 m
Diámetro	18 Plg
Tirante	0.35 m
Espejo de Agua	0.45 m

Fuente: Elaboración propia.

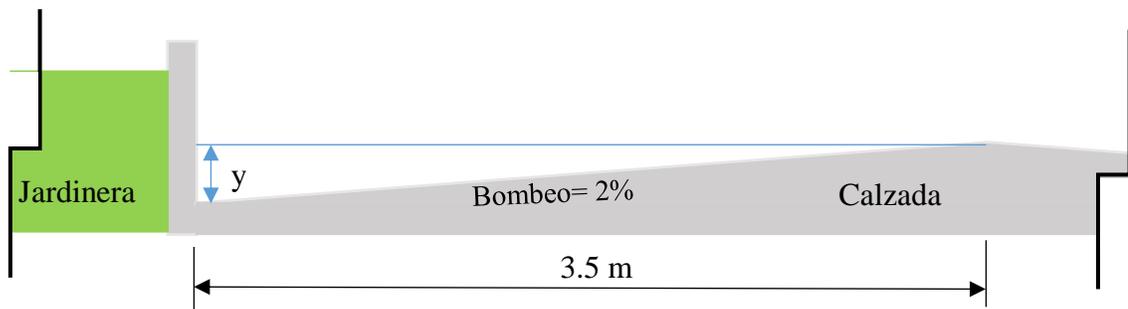
5. ESTUDIO DEL ESCURRIMIENTO DE DRENAJE SUPERFICIAL EN EL TRAMO 7 (AV. HORACIO ARAMAYO)

Se realizara el estudio del escurrimiento de aguas superficiales en la avenida Horacio Aramayo entre la avenida Mario Cossío y la calle Manuel Uriondo correspondiente al tramo 7, donde se observó que cuenta con sistema de drenaje y bocas tormentas cada 113 m.

La calzada juntamente con el cordón forma una cuneta denominada cuenta falsa que nos servirá para el escurrimiento de aguas superficiales hacia la boca tormenta.

Por lo tanto se verificara si la altura del escurrimiento aguas superficiales no supera la altura formada por la cuneta falsa y así evitar el estancado de las aguas superficiales que son perjudiciales al diseño de ciclovía caso contrario se diseñara los elementos de drenaje para evitar el problema.

Figura N° 8: Cuneta falsa, sección transversal av. Horacio Aramayo (tramo 7)



Fuente: Elaboración propia con el programa AutoCAD.

Cuadro N° 6: Parámetros del área de aporte 2 (tramo 7)

Área total de aporte (A_c)	0.005989	km^2
Caudal total (Q_{total})	0.02195	m^3/s
Distancia entre boca tormenta (d)	113	m
Pendiente media (S)	0.0089	m/m
Rugosidad H° liso (n)	0.011	

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del tirante “y” formado en la cuneta falsa utilizaremos el programa hidráulico HCANALES mostrado en la siguiente gráfica:

Figura N° 9: Cálculo del tirante normal “y”

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **av. Horacio Aramayo** Proyecto: **ciclovia urbana**
 Tramo: **7** Revestimiento: **pavimento concreto liso**

Datos:
 Caudal (Q): **0.01106** m^3/s
 Ancho de solera (b): **0** m
 Talud (Z): **50**
 Rugosidad (n): **0.011**
 Pendiente (S): **0.0089** m/m

Resultados:
 Tirante normal (y): **0.0226** m
 Área hidráulica (A): **0.0256** m^2
 Espejo de agua (T): **2.2625** m
 Número de Froude (F): **1.2971**
 Tipo de flujo: **Supercrítico**
 Perímetro (p): **2.2630** m
 Radio hidráulico (R): **0.0113** m
 Velocidad (v): **0.4321** m/s
 Energía específica (E): **0.0321** m-Kg/Kg

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ingresar el nombre del Proyecto 11:37 p.m. 21/05/2021

Fuente: HCanales (programa).

Tirante normal $y = 0.0226$ m o también $y = 2.26$ cm

Se demuestra que la altura del escurrimiento aguas superficiales “y” no supera la altura formada por la cuneta falsa por lo tanto el sistema de drenaje de aguas superficiales es eficiente para evacuar el escurrimiento de aguas superficiales.

ANEXO 8

**ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y
SEÑALIZACIÓN**

ANEXO 8

ILUMINACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN

1. OBJETIVO

- La semaforización mejora las condiciones de seguridad en intersecciones y ayuda a controlar la velocidad de los motorizados.
- Una iluminación adecuada y estandarizada facilita y guía a los ciclistas en el uso de la infraestructura de la ciclovía haciendo una circulación más segura y mejora su aspecto por la noche.

2. DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN.

Como todo diseño de infraestructura vial, es primordial desarrollar e implementar una buena distribución o implementación de la señalización para los múltiples acontecimientos que se presenten en la vía y que necesiten de una ayuda visual para informar al ciclista de cualquier situación.

2.1. Señalización vertical

Las señales verticales son dispositivos de control de tránsito instalados a nivel de la vía o sobre ella. Están compuestas por un elemento de sustentación, placa e inscripción colocados preferentemente al lado derecho de la vía dando frente al sentido de circulación.

Adoptaremos las dimensiones según el manual de dispositivos de control de tránsito ABC, que indica que el tamaño de las señales verticales es función de la velocidad máxima permitida en la zona de trabajos, ya que ésta determina las distancias a la que la señal debe ser vista y leída.

Se instalarán las siguientes señales de advertencia o de peligro:

Gráfico N° 1: Señal de advertencia (cruce de ciclistas)



Fuente: Manual de dispositivos de control de Tránsito ABC.

Gráfico N° 2: Señal de advertencia (ciclovía)



SP-64
CICLOVÍA

Fuente: Manual de dispositivos de control de Transito ABC.

Gráfico N° 3: Señal de advertencia (descenso pronunciado)



Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 4: Señal de advertencia (ascenso pronunciado)



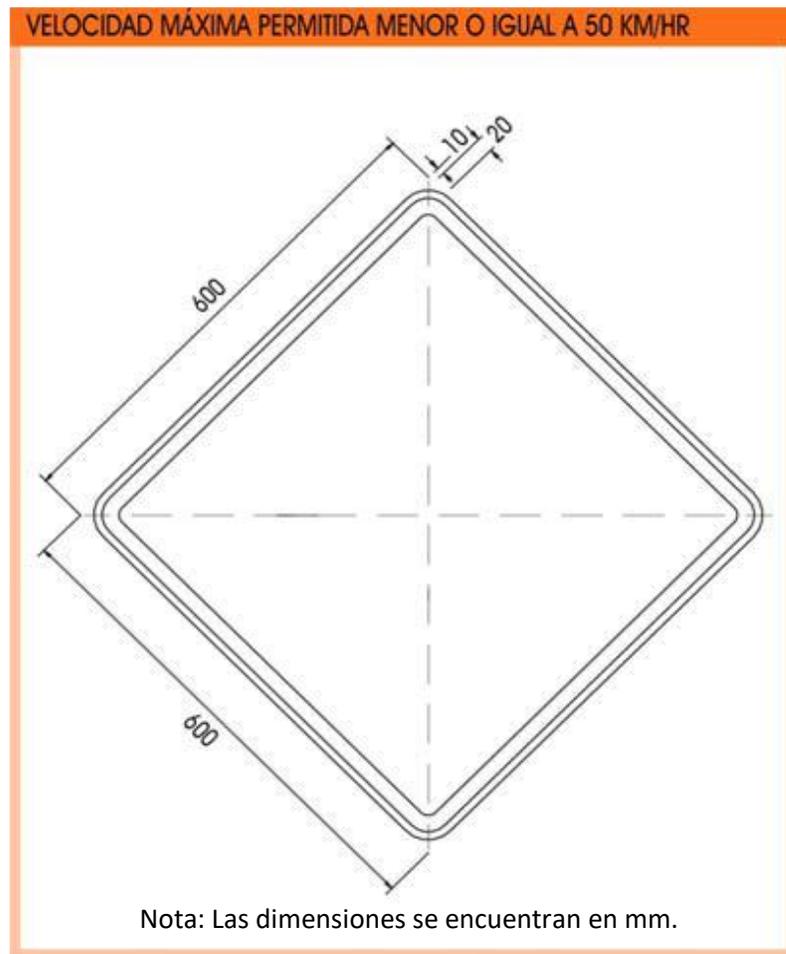
Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 5: Señal de advertencia (ascenso pronunciado)



Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 6: Dimensiones mínimas de señales de advertencia de peligro



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Se instalarán las siguientes señales restrictivas:

Gráfico N° 7: Señal restrictiva (solo bicicletas)



SR-43
SOLO BICICLETAS

Fuente: Manual de dispositivos de control de Transito ABC.

Gráfico N° 8: Señal restrictiva (circulación prohibida bicicletas)



SR-20
CIRCULACIÓN PROHIBIDA
(BICICLETAS)

Fuente: Manual de dispositivos de control de Transito ABC.

Gráfico N° 9: Señal restrictiva (conservar su derecha)



Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 10: Señal restrictiva (prohibido adelantar)



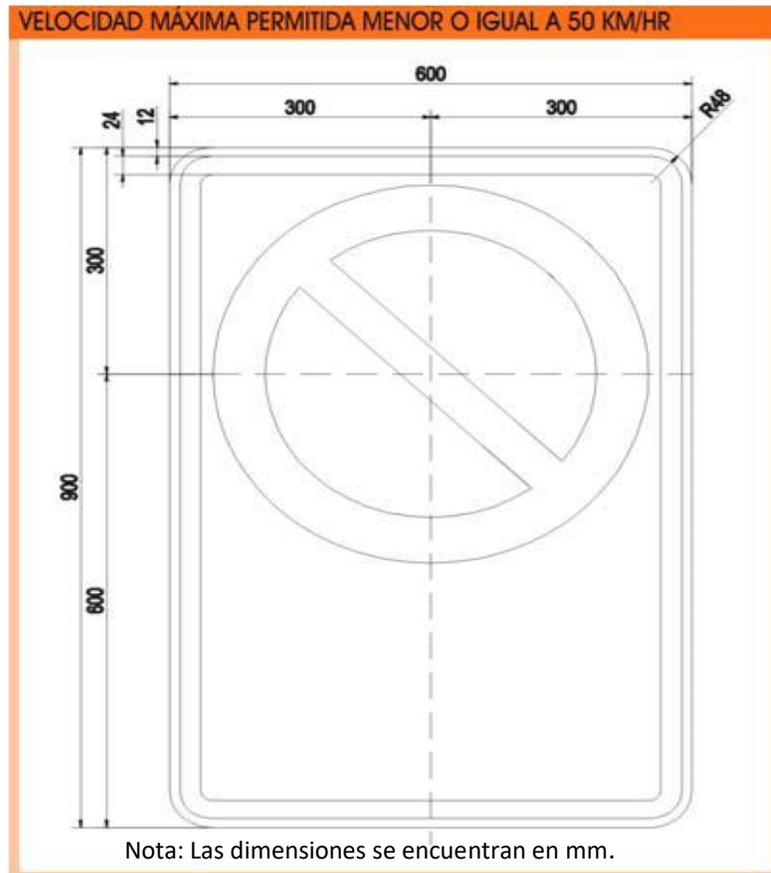
Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 11: Señal restrictiva (distancia mínima de rebase)



Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

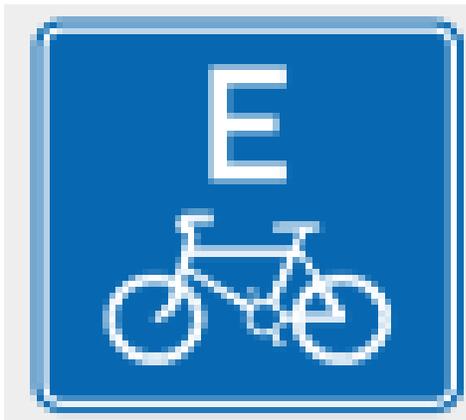
Gráfico N° 12: Dimensiones mínimas señales reglamentarias



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC.

Se instalarán las siguientes señales informativas:

Gráfico N° 13: Señal informativa (estacionamiento de bicicletas)



Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 14: Señal informativa (infraestructura ciclista adjunta a una área peatonal)



Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 15: Señal informativa (infraestructura ciclista delimitada o segregada)



Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 16: Señal informativa (infraestructura peatonal compartida con ciclistas)



Fuente: Manual De Diseño De Espacio Público Dirección General De Obras Públicas De Zapopan México.

Gráfico N° 17: Señal vertical de ciclovía en la ciudad de Tarija.



Fuente: Ciclovía urbana zona parque Temático. (Gobierno Autónomo Municipal de Tarija)

2.1.1. Detalle y ubicación de Señales Verticales

Tabla N° 1: Detalle de señales verticales

Tipo	Señal	Ubicación		
		Tramo	Descripción	Progresiva
Advertencia o peligro	Ciclovía	1	Av. Celedonio Ávila	0+000
		1	Av. Celedonio Ávila	1+550
		2	Parque Temático	0+000
		2	Puente Bicentenario	0+974
		3	Av. La banda	0+100
		3	Av. La banda	0+300
		4	Pasaje Narváez y av. los Molles	0+300
		5	Av. Luis de fuentes	0+745
	7	Av. Horacio Aramayo	0+000	
	Cruce de Ciclistas	1	Av. Celedonio Ávila	1+550
		2	Puente Bicentenario	0+974
		3	Av. La banda	0+300
		4	Pasaje Narváez y av. los Molles	0+440
		5	Av. Luis de fuentes	0+620
		5	Av. Luis de fuentes	0+980
		6	Av. José M. Avilés	1+380
		6	Av. Mario Cossío	1+660
		7	Av. Horacio Aramayo	1+960
		7	Av. Horacio Aramayo	2+165
		7	Av. Horacio Aramayo	2+220
	7	Av. Horacio Aramayo	2+320	
	Descenso Pronunciado	5	Av. Luis de fuentes	1+320
	Ascenso Pronunciado	5	Av. Luis de fuentes	0+780
	Aperturas de Puertas	7	Av. Horacio Aramayo	1+960
		7	Av. Horacio Aramayo	2+165
		7	Av. Horacio Aramayo	2+220
		7	Av. Horacio Aramayo	2+320

Fuente: Elaboración propia

Tipo	Señal	Ubicación		
		Tramo	Descripción	Progresiva
Restrictivas	Solo bicicletas	1	Av. Celedonio Ávila	0+100
		2	Campo Deportivo García Agreda	0+100
		3	Av. La banda	0+150
		4	Pasaje Narváez y av. los Molles	0+200
		5	Av. Luis de fuentes	0+100
		6	Av. José M. Avilés	0+100
		7	Av. Horacio Aramayo	0+100
	Conserve su derecha	6	Av. José M. Avilés	0+100
		6	Av. Mario Cossío	0+125
		7	Av. Horacio Aramayo	1+960
		7	Av. Horacio Aramayo	2+165
		7	Av. Horacio Aramayo	2+220
		7	Av. Horacio Aramayo	2+320
	Prohibido adelantar	5	Av. Luis de fuentes	0+620
		5	Av. Luis de fuentes	1+320
		6	Av. José M. Avilés	1+380
		6	Av. Mario Cossío	1+660
		7	Av. Horacio Aramayo	1+860
		7	Av. Horacio Aramayo	1+980
		7	Av. Horacio Aramayo	2+220
	Distancia mínima de rebase	6	Av. José M. Avilés	1+420
		6	Av. Mario Cossío	1+660
		7	Av. Horacio Aramayo	1+960
		7	Av. Horacio Aramayo	2+165
		7	Av. Horacio Aramayo	2+220
		7	Av. Horacio Aramayo	2+320

Fuente: Elaboración propia

Tipo	Señal	Ubicación		
		Tramo	Descripción	Progresiva
Informativas	Estacionamiento de bicicletas	1	Parque Temático	0+100
		5	Av. Luis de fuentes	0+900
		7	Av. Horacio Aramayo	2+439
	Infraestructura ciclista adjunta a una área peatonal	3	Av. La banda	0+020
		5	Av. Luis de fuentes	0+700
	Infraestructura ciclista delimitada o segregada	6	Av. José M. Avilés	1+420
		6	av. Mario Cossío	1+660
		7	Av. Horacio Aramayo	1+960
		7	Av. Horacio Aramayo	2+165
		7	Av. Horacio Aramayo	2+220
		7	Av. Horacio Aramayo	2+320
	Infraestructura peatonal compartida con ciclistas	3	La banda	0+020
		5	Av. Luis de fuentes	0+700

Fuente: Elaboración propia

2.2. Señalización horizontal

Las señales horizontales son aquellas marcas sobre el pavimento y tiene la función de delimitar o canalizar el tránsito de las bicicletas y de los vehículos motorizados.

Estas marcas deben ser retro-reflectivas. No deben ser ni resbaladizas ni estar más elevadas que 4 mm por encima del pavimento. Se mostrará detalles en el plano general.

2.2.1. Cruce de bicicletas.

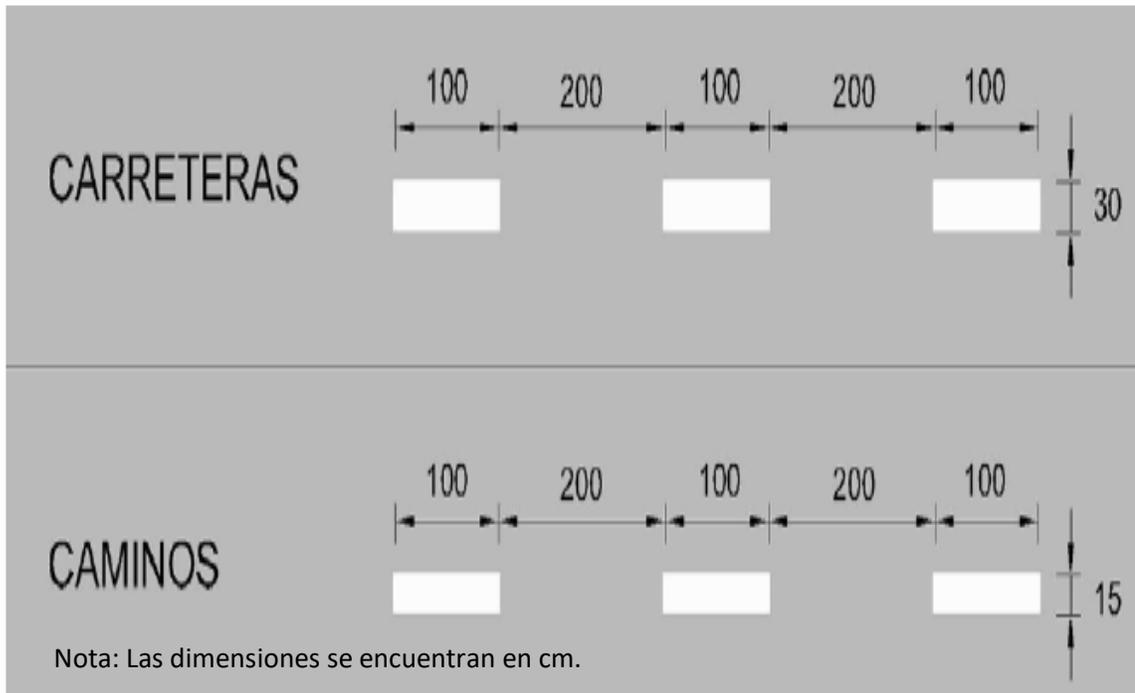
Las cruces de bicicletas, están recomendadas en las intersecciones entre ciclovía y calle. Éstas delimitan la ubicación para cruce de bicicletas y ayudan a alertar a los automovilistas del conflicto potencial que existe, por lo tanto el ciclista tiene el derecho de paso en forma irrestricta.

El ancho de la línea transversal depende del ancho de calzada y su largo será de 2m.

2.2.2. Línea central o línea de eje.

Utilizaremos la línea de eje en los tramos 1, 2 y parte del tramo 4 siendo los mismos diseños de ciclovías bidireccionales. Con el objetivo de separar ambos sentidos de circulación. En la siguiente grafica detalla las dimensiones de la línea central:

Gráfico N° 18: Detalle de la línea de eje.



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC.

Para el diseño de la ciclovía asumiremos las dimensiones y detalles como si fuese una calzada tipo camino.

2.2.3. Línea de borde.

La línea de borde es de color blanca y asumiremos un espesor de 100 mm resultando muy útil en ciclovías de uso nocturno, también en la proximidad a intersecciones para alertar a los ciclistas de las condiciones de cambio y también si la ciclovía incluye un área separada para la circulación de peatones.

Gráfico N° 19: Demarcaciones horizontales en ciclovía en sitio propio.



Fuente: Ciclovía urbana zona el aeropuerto. (Gobierno Autónomo Municipal de Tarija)

2.2.4. Doble línea continua.

En los tramos 6 y 7, el mismo que es un diseño de ciclovía compartida, se colocará doble línea continua para indicar carril exclusivo y se pintará a todo lo largo de la vialidad.

La dimensión de las líneas que separan los carriles vehiculares de la ciclovía debe ser de 50 cm de ancho, y en medio con algún elemento físico separador. Esa dimensión es de seguridad cuando existan al menos dos carriles vehiculares en el mismo sentido.

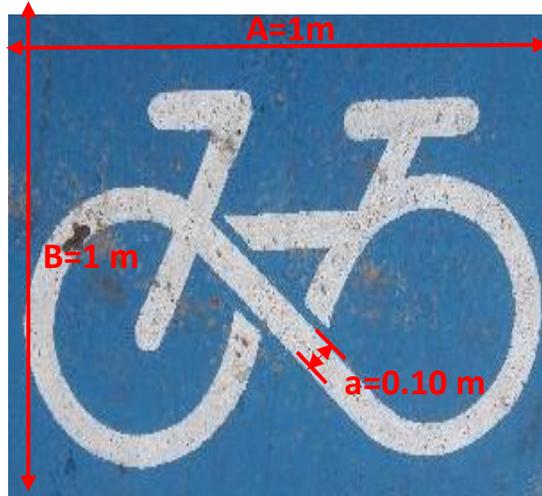
Gráfico N° 20: Demarcaciones horizontales en ciclovía compartida.



Fuente: Ciclovía urbana Av. Belgrano (Gobierno Autónomo Municipal de Tarija)

Adicionalmente, se pintará una bicicleta en el pavimento con el propósito de enfatizar la utilización de la ciclovía y demostrar que el uso es exclusivo para bicicletas en la siguiente grafica se indica los detalles:

Gráfico N° 21: Demarcación símbolo de bicicleta.



Fuente: Ciclovía urbana. (Gobierno Autónomo Municipal de Tarija)

2.2.5. Detalle y ubicación de señales horizontales

Tabla N° 2: Detalle de señales horizontales

Señal	Ubicación			
	Tramo	Descripción	Progresiva	
			Inicio	Fin
Cruce de bicicletas	1	Parque Temático	0+000	0+010
	2	Puente Bicentenario	0+964	0+974
	3	Av. la Banda	0+290	0+300
	4	Pasaje Narváez y av. los Molles	0+440	0+450
	5	Av. Luis de fuentes	0+600	0+610
	5	Av. Luis de fuentes	0+990	1+110
	6	Av. José m. Avilés	1+390	1+410
	6	Av. Mario Cossío	1+840	1+860
	7	Av. Horacio Aramayo	1+960	1+980
	7	Av. Horacio Aramayo	2+170	2+180
	7	Av. Horacio Aramayo	2+185	2+200
	7	Av. Horacio Aramayo	2+200	2+215
	7	Av. Horacio Aramayo	2+330	2+350
	7	Av. Horacio Aramayo	2+680	2+690
	7	Av. Horacio Aramayo	2+690	2+710
7	Av. Horacio Aramayo	2+710	2+720	
Línea central o línea de eje	1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550
	2	Puente Bicentenario	0+000	0+974
	3	Av. la banda	0+000	0+300
	4	Pasaje Narváez	0+000	0+285
Línea de borde	1	Av. Celedonio Ávila	0+000	1+550
	2	Campo Deportivo García Agreda	0+000	0+974
	3	av. la banda	0+000	0+300
	4	Pasaje Narváez y av. los Molles	0+000	0+285
	5	Av. Luis de fuentes	0+000	0+745
Doble línea continua	6	Av. José m. avilés	1+400	1+530
	6	Av. Mario Cossío	1+620	1+740
	7	Av. Horacio Aramayo	1+850	1+960
	7	Av. Horacio Aramayo	1+980	2+170
	7	Av. Horacio Aramayo	2+560	2+720
	7	Av. Horacio Aramayo	2+440	2+530

Fuente: Elaboración propia

Señal	Ubicación		
	Tramo	Descripción	Progresiva
			Inicio
Solo bicicleta	1	Av. Celedonio Ávila	1+550
	2	Campo Deportivo García Agreda	0+974
	4	Pasaje Narváez y Av. los molles	0+285
	5	Av. Luis de fuentes	1+340
	6	Av. José m. avilés	1+410
	6	Av. Mario Cossío	1+670
	7	Av. Horacio Aramayo	1+860
	7	Av. Horacio Aramayo	1+980
	7	Av. Horacio Aramayo	2+220
	7	Av. Horacio Aramayo	2+320

Fuente: Elaboración propia

3. ESTACIONAMIENTOS

Las características de los estacionamientos para bicicletas varían dependiendo del tiempo de estancia, del lugar y del contexto del entorno al ciclismo urbano los mismos que instruyan, motiven y promuevan el ciclismo como actividad.

3.1. Tipo de estacionamiento

Tomaremos dos consideraciones de tipo de estacionamientos

3.1.1. El estacionamiento básico en la vía pública

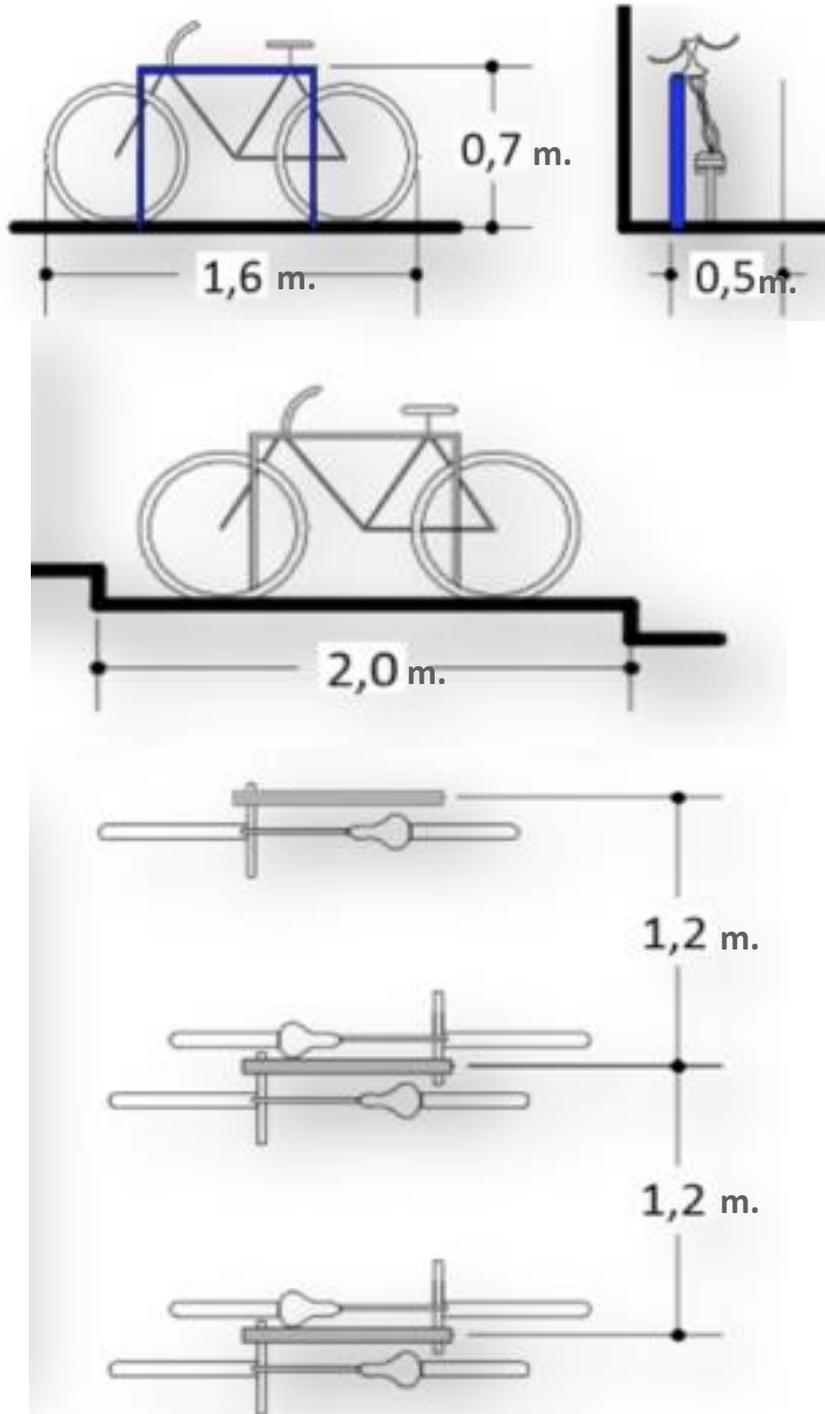
Se utiliza de manera fundamental para estancias cortas. Los estacionamientos son mobiliario urbano que debe instalarse exactamente afuera de los destinos comunes, tales como las tiendas, los centros comerciales, centros de trabajo, mercados, puntos recreativos y paradas de autobuses. Su instalación y aprobación no tiene que depender de permisos o concesiones publicitarias; la gestión para su instalación deberá ser expedita.

El estacionamiento básico en la vía pública se caracteriza por brindar los siguientes servicios:

- Para estancias cortas de hasta dos horas máximo,
- En traslados de un máximo de 15 minutos de un destino a otro, de mobiliario con capacidad desde una bicicleta en adelante.

En la siguiente gráfica, se detallara el tipo de estacionamiento que se utilizara:

Gráfico N° 22: Detalles de estacionamiento tipo universal.



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks.

3.2. Ubicación de estacionamiento

Tomando en cuenta las anteriores consideraciones para el diseño de la ciclovía, se realizara la implementación de estacionamientos de bicicletas tipo universal verticalmente, en lugares estratégicos de los tramos de diseño:

Tabla N° 3: Ubicación de estacionamientos tipo universal.

Tipo de estacionamiento	Ubicación		
	Tramo	Descripción	Progresiva
El estacionamiento básico en la vía pública	1	Parque Temático	1+550
	2	Sky Parque	0+000
	3	Av. la Banda	0+100
	5	Av. Luis de Fuentes	0+800
	6	Av. Mario Cossío	1+350

Fuente: Elaboración propia

4. ILUMINACIÓN

La seguridad del ciclista es un tema principal, así pues, las luces y la iluminación en general deben hacer que el ciclista sea más visible, se sienta seguro y mejore el aspecto de los diferentes entornos una vez que oscurezca. Siendo importante para motivarlo a usar la bicicleta.

4.1. Consideraciones generales para iluminar una ciclovía

- Una luz adecuada

Las áreas peatonales y las ciclistas tienen prioridad de iluminación. Según el nivel y los obstáculos, la luz debe adaptarse de tal forma que permita al ciclista estar alerta en las zonas que potencialmente ofrecen conflicto con otros medios de transporte y con los peatones.

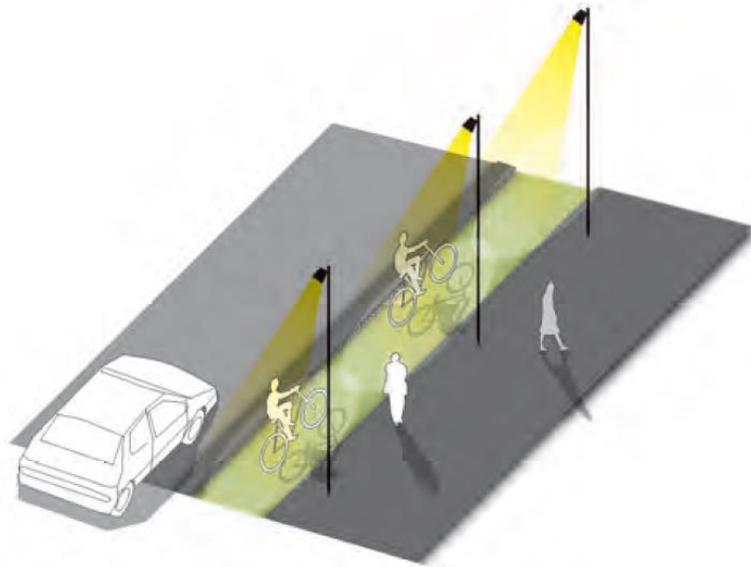
- Iluminación integrada a la infraestructura ya existente

Las calles de la ciudad cuentan con abundante mobiliario. Por lo tanto, la infraestructura luminaria debe, en medida de lo posible, ser agregada e integrada a los elementos viales ya existentes. A veces deberá considerarse si el alumbrado con que se cuenta puede ser usado en forma más eficiente.

- Los árboles integrados a la iluminación

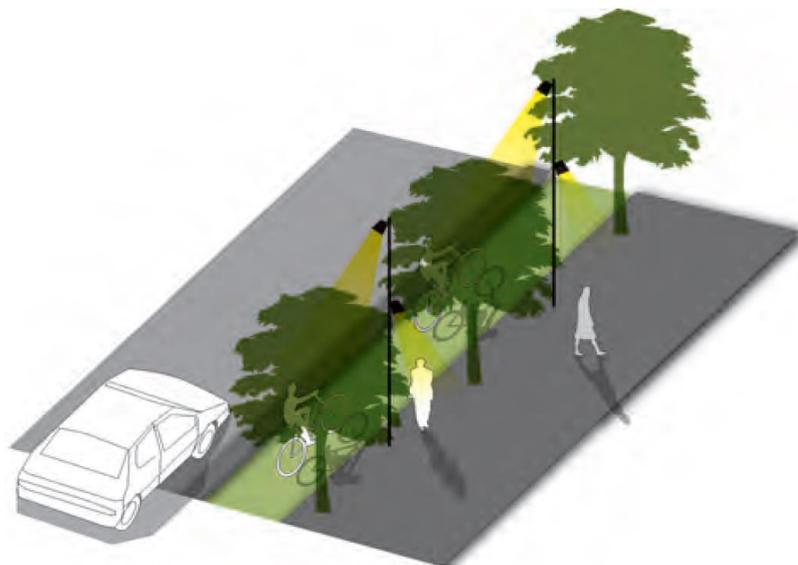
La iluminación en calles arboladas es compleja ya que la altura de los árboles, su ubicación y separación, deben adaptarse a la ubicación del sistema de iluminación. Es importante evitar la oscuridad provocada por la sombra de los árboles a lo largo de los carriles ciclistas y banquetas.

Gráfico N° 23: Infraestructura vial ciclista con luz integrada



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks.

Gráfico N° 24: Árboles integrados a la iluminación



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks.

- Iluminar las áreas peatonales y ciclistas

La luz en las intersecciones debe brindar seguridad a los peatones y ciclistas. Tiene que haber luz muy clara en cada intersección, paso peatonal tipo “cebra” y en los carriles ciclistas.

- Luces en zonas de conflicto

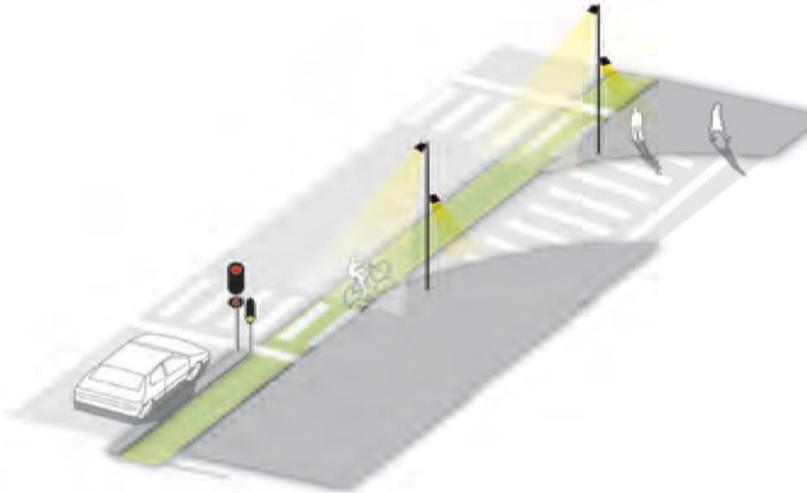
En lugares donde existe un alto riesgo de accidentes debe haber un nivel óptimo de iluminación para reducir los diferentes tipos de riesgos.

Gráfico N° 25: Iluminación de cruces peatonales y ciclistas



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks.

Gráfico N° 26: Iluminación de cruces peatonales y ciclistas



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks.

4.2. Clasificación de las situaciones de proyecto

A efectos del presente proyecto los tipos de usuarios son los siguientes:

Tabla N° 4: Tipos de usuarios

Usuario principal	
Otros usuarios permitidos	
Usuarios excluidos	

Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).
CIE 1995

Tabla N° 5: Vías de tráfico rodado de baja, muy baja velocidad y carriles bici

Tipos de vías	Tipos de usuarios				Situaciones de proyecto
	M	S	C	P	
Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas					C1
Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías					D1
Aparcamientos en general. Estaciones de autobuses.					D2
Calles residenciales suburbanas con aceras a lo largo de la calzada.					D3
Zonas de velocidad muy limitada.					D4

Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).
CIE 1995

Tipología:

M - Tráfico motorizado

S - Vehículos de movimiento lento

C - Ciclistas

P - Peatones

Tabla Nº 6: Clases de alumbrado para vías de tráfico rodado de baja, muy baja velocidad y carriles bici

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Flujo de tráfico		Clase de alumbrado
C1	<ul style="list-style-type: none"> Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas 	ciclistas	Alto	S1
	Parámetros específicos dominantes (Nota 1)			S2
			Parámetros específicos complementarios (Nota 2)	Normal
	S4			
Niveles de luminosidad ambiental				
D1 Y D2	<ul style="list-style-type: none"> Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. Aparcamientos en general Estaciones de autobuses 	peatones	Alto	CE 1A
	Parámetros específicos dominantes			CE 2
			Parámetros específicos complementarios	Normal
	CE 4			
Niveles de luminosidad ambiental				
D3 Y D4	<ul style="list-style-type: none"> Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada Zonas de velocidad muy limitada 	Peatones y ciclistas	Alto	CE 2
	Parámetros específicos dominantes			S1
			Parámetros específicos complementarios	Normal
	S3			
Complejidad del campo visual Riesgo de criminalidad Reconocimiento facial Niveles de luminosidad ambiental				
S4				

Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).

CIE 1995

Tabla N° 7: Clases de alumbrado serie S

Iluminancia horizontal en el área de la calzada			
Clase de Alumbrado	Iluminancia media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Iluminancia media Um (%)
S1	15	5	33
S2	10	3	30
S3	7.5	1.9	25
S4	5	1	20

Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).
CIE 1995

4.3. Luminarias

Son aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. Contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas y protegerlas y, cuando resulta necesario, disponen de los circuitos y dispositivos necesarios para conectarlas a la red de alimentación eléctrica.

Tipos y características de las luminarias

Las luminarias para instalaciones de alumbrado público en calzadas con tráfico de vehículos se pueden clasificar en Tipo I, Tipo II y Tipo III.

Gráfico N° 27: Luminaria Tipo I (Alumbrado público)



Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).
CIE 1995

Gráfico N° 28: Luminaria Tipo II (Peatonal)



Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).
CIE 1995

Gráfico N° 29: Luminaria Tipo II (peatonal artístico)



Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).
CIE 1995

4.4. Criterios de elección de lámparas

Se recomienda la utilización de lámparas del tipo de descarga.

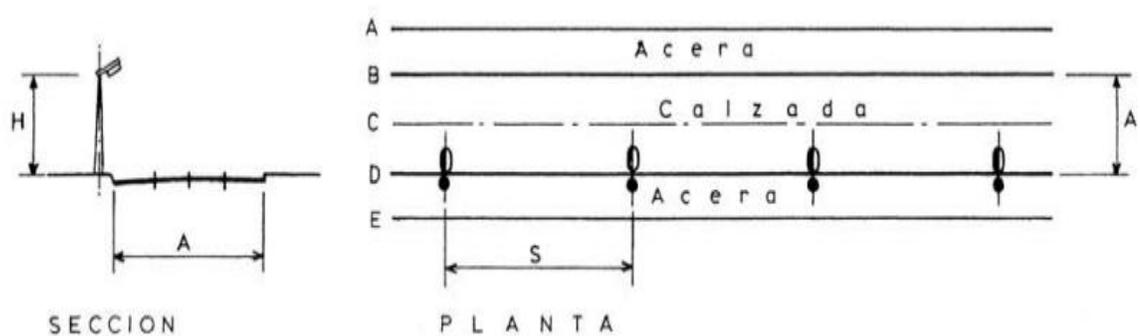
- En vías de tráfico rodado y zonas urbanas se utilizarán preferentemente lámparas de vapor de sodio a alta presión (v.s.a.p.), debido a su elevada eficacia luminosa (lm/W) y mejor rendimiento de color.
- Las lámparas de vapor de sodio a baja presión (v.s.b.p.), cuyo uso podría ser también recomendable en carreteras a cielo abierto, zonas rurales y áreas que requieran alumbrado de seguridad.

4.5. Implantación de los puntos de luz

4.5.1. Implantación unilateral

Cuando los puntos de luz se sitúan en un mismo lado de la vía de tráfico. Se utilizará generalmente cuando la anchura A de la calzada sea igual o inferior a 1,2 veces la altura H de montaje de las luminarias.

Gráfico N° 30: Implantación unilateral



Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).
CIE 1995

Implantación unilateral

$$A \leq 1.2 * H$$

Donde:

A=Anchura de la calzada

H=altura de implantación de los puntos de luz

Resolviendo:

$$2.5 \text{ m} \leq 1.2 * 3 \text{ m}$$

$$2.5 \text{ m} \leq 3.6 \text{ m} \quad \text{¡cumple!}$$

4.6. Elección de la luminaria en función de la geometría de la instalación

Según el sistema de implantación y anchura de las calzadas, se recomienda instalar las luminarias cuya inclinación y reglaje permita los siguientes alcances y dispersiones establecidos en la siguiente tabla.

Tabla N° 8: Luminaria en función de la geometría de la instalación

N°	Tipo de implantación	Anchuras calzadas	Alcance	Dispersión
1	Unilateral	Anchura < Altura montaje	Intermedio ($A \geq 60^\circ$)	Estrecha ($D < 45^\circ$)
2	Unilateral	Anchura = Altura montaje	Corto ($A < 60^\circ$)	Media ($D \geq 45^\circ$)
3	Tresbolillo	Anchura > Altura montaje	Intermedio ($A \geq 60^\circ$)	Estrecha ($D < 45^\circ$)
4	Pareada	Anchura > Altura montaje	Intermedio ($A \geq 60^\circ$)	Estrecha ($D < 45^\circ$)

Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación (Alumbrado público).
CIE 1995

4.7. Altura Mínima de los Puntos de Luz

En las vías de tráfico la altura mínima de los puntos de luz depende de la anchura A de la calzada. Para asegurar una uniformidad media de iluminación suficiente.

- Luminarias con lámpara de vapor de sodio a alta presión (v.s.a.p.): $H_{min} \geq 0,8 A$
- Luminarias con lámpara de vapor de mercurio a alta presión (v.m.): $H_{min} \geq 1 A$
- Luminarias con lámpara de vapor de sodio a baja presión (v.s.b.p.): $H_{min} \geq 1,2 A$

Donde:

A=Anchura de la calzada

Para la ciclovía utilizaremos lámpara de sodio de baja presión para un ancho de 2.5 m de diseño se tiene:

$$(v.s.b.p.): H_{min} \geq 1,2 * 2.5 \text{ m}$$

Altura de implantación de los puntos de luz $H_{min} \geq 3 \text{ m}$

4.8. Separación entre puntos de luz

Para alcanzar una uniformidad longitudinal de luminancia adecuada ($U_l > 0,7$ para la iluminación de situaciones de alumbrado A), se recomiendan las siguientes relaciones entre la separación S entre puntos de luz y la altura H de implantación de los mismos.

- Luminarias con lámpara (v.s.a.p.): $S / H \approx 4$
- Luminarias con lámpara (v.m.): $S / H \approx 3,5$

- Luminarias con lámpara (v.s.b.p.): $S / H \approx 3 - 3,5$

Donde:

S=separación entre puntos de luz

H=altura de implantación de los puntos de luz

Resolviendo para una lámpara de sodio de baja presión para un ancho de 2.5 m de diseño se tiene:

$$(v.s.b.p.): S / H = 3 - 3,5$$

$$S=3.5* 3 \text{ m}$$

Separación entre puntos de luz $S= 10.5 \text{ m}$

4.9. Parámetros de diseño de iluminación de la ciclovía

Tabla N° 9: Parámetros de diseño de iluminación de la ciclovía

Situaciones de proyecto	C1, D3 Y D4
Tipos de vías	Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas
Flujo de tráfico	Normal
Clase de alumbrado	S3 y S4
Tipo de luminaria	Tipo I (Alumbrado público)
Tipo lámpara	Las lámparas de vapor de sodio a baja presión (v.s.b.p.).
Implantación de los puntos de luz	Implantación unilateral
Alcance	Intermedio ($A \geq 60^\circ$)
Dispersión	Estrecha ($D < 45^\circ$)
Altura de implantación de los puntos de luz	$H_{min} \geq 3 \text{ m}$
Separación entre puntos de luz	$S= 10 \text{ m}$

Fuente: Elaboración propia

5. SEMAFORIZACIÓN

En el paso de las Ciclovías por intersecciones semaforizadas, es necesario un análisis del tiempo que tarda el ciclista en pasar la intersección y las pérdidas de capacidad de la intersección, con el fin de garantizar el paso seguro a los ciclistas.

5.1. Consideraciones generales para instalación de semáforos

- El tiempo en la fase verde del semáforo para el cruce de peatones deberá permitir el paso con seguridad de los ciclistas y si éstos no pasan en su totalidad, se deberá garantizar por lo menos un separador lo suficientemente amplio para la acumulación de bicicletas mientras el semáforo autoriza completar el cruce. Se deberán evitar circuitos cerrados para el cruce de ciclistas y peatones.
- Todos los cruces semaforizados que incluyan infraestructura ciclo-inclusiva, se deben incluir semáforos para ciclistas. Estos deberán tener la fase verde de avance y la roja de detención. Pueden ser instalados de manera independiente o adosados a los semáforos vehiculares o peatonales existentes y ubicarse a la altura y distancia adecuada para permitir ser visualizada por los ciclistas. Las estructuras y su instalación.

5.2. Condiciones para la instalación de semáforos

Volúmenes vehiculares requeridos

Este requisito se basa los flujos vehiculares que usan la intersección y supone que es posible identificar una arteria principal y una secundaria. Los flujos se miden en vehículos por hora.

Tabla N° 10: Condición 1 (volumen vehicular requeridos)

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículo por hora en la calle principal (total en ambos accesos)		Vehículo por hora en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido)	
Calle principal	Calle secundaria	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1	1	500	350	150	150
2 o más	1	600	420	150	150
2 o más	2 o más	600	420	200	140
1	2 o más	500	350	200	140

Fuente: Rafael, Cal y Mayor R. Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones

Demoras en el transito

Si el tránsito de la arteria secundaria no alcanza los valores de la anterior tabla, pero los volúmenes de la arteria principal son elevados, es deseable esperar que el tránsito de vía secundaria sufra retardos excesivos o cruce con condiciones de seguridad no apropiadas.

Esta condición recomienda la instalación de semáforos si se exceden los valores de la siguiente tabla, durante 8 horas consecutivas de un día promedio.

Tabla N° 11: Condición 2 (Demoras en el transito)

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículo por hora en la calle principal (total en ambos accesos)		Vehículo por hora en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido)	
Calle principal	Calle secundaria	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1	1	750	525	75	53
2 o más	1	900	630	75	53
2 o más	2 o más	900	630	100	70
1	2 o más	750	525	100	70

Fuente: Rafael, Cal y Mayor R. Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones

Volumen mínimo de peatones

Es recomendable la instalación de semáforos que exceda los valores mostrados en la siguiente tabla durante ocho horas consecutivas de un promedio.

Tabla N° 12: Condición 3 (Volumen mínimo de peatones)

Tipo de intersección	Total vehículos/hora ambos sentidos		Total Peatón/hora	Periodo mantenimiento de demanda (hora)
	Calzada no dividida	Calzada dividida conteo central > 1.2 m		
Fuera de áreas escolares	600	1000	150	8
Corresponde a áreas escolares	800		250	2

Fuente: Rafael, Cal y Mayor R. Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones

5.3. Volumen mínimo de peatones

Se satisface este requisito si durante cada una de cualquiera de las ocho horas de un día representativo se tienen los siguientes volúmenes:

Tabla N° 13: Volumen mínimo de peatones

Número de carriles de circulación por acceso	Vehículos por hora en la calle principal (total en ambos sentidos)
calle principal	urbano
1	≥ 600

Fuente: Rafael, Cal y Mayor R. Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones

5.4. Ubicación de los semáforos

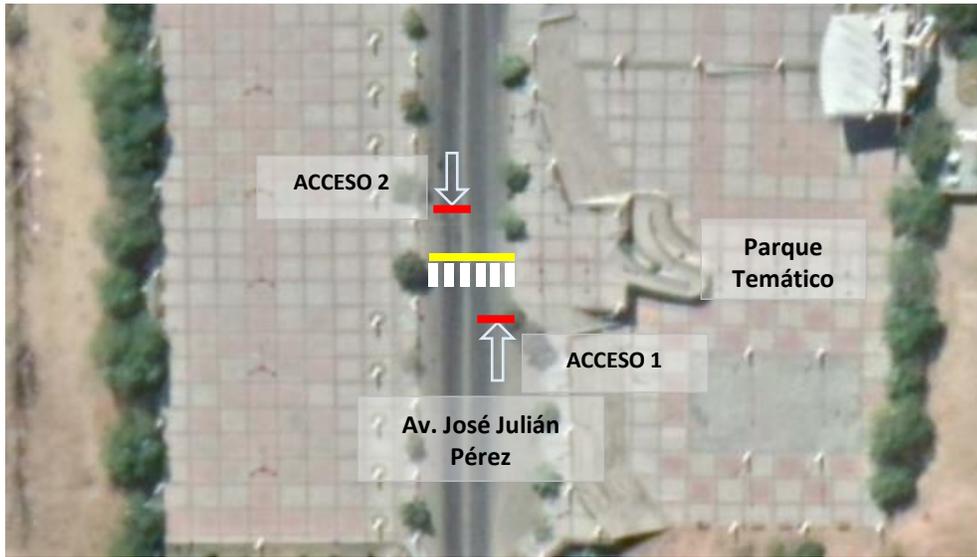
La instalación de semáforos se realizara en los puntos de mayor volumen vehicular según el aforo realizado (anexo 4 estudio de trafico)

Tabla N° 14: Resultados de aforo de volumen vehicular

Intersección	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Descripción
1	554	436	-	-	Av. José Julián Pérez
5	445	404	-	-	Av. Luis de Fuentes

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 32: Intersección N° 1 (Av. José Julián Pérez)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 33: Intersección N° 5 (Av. Luis de Fuentes)



Fuente: Elaboración propia

5.5. Cálculo de tiempos y ciclos de semáforos

Cálculo de tiempo por el método en el cual se opera directamente con los volúmenes totales.

Datos:

Se considera los siguientes valores donde:

A= Calle principal (acceso 1)

B = Calle secundaria (acceso 2)

d = 12 m (distancia de intersección o distancia de la cuadra)

V=5 km/hr. (Valor mínimo para que un ciclista cruce)

Vol A= 554 veh/hr

Vol B= 436 veh/hr = 1.39 m/seg

Tiempo de ciclo para vías de un solo sentido

$$C = \frac{3.6 * d}{V}$$

$$C = \frac{3.6 * 10}{1.39}$$

$$C = 25.9 \approx 26 \text{ seg.}$$

Tiempo de ciclo, rango (32-120) seg.

Adoptamos valor mínimo 32 seg.

Tiempo de fase amarilla rango (2-5) seg.

Adoptamos para ambos accesos tamA y tamB de 2 seg.

Ecuaciones:

$$tC = tA + tB + tamA + tamB$$

$$tA + tB = tC - tamA - tamB$$

$$tA + tB = 32 - 2 - 2$$

$$tA + tB = 28$$

$$tA = 28 - tB \quad (\text{Ecu. 1})$$

$$\frac{VA}{tA} * tamA = \frac{VB}{tB} * tamB$$

Despejando tA

$$t_A = t_B * \left(\frac{V_A}{V_B} * \frac{tam_A}{tam_B} \right) \quad (\text{Ecu. 2})$$

Reemplazando ecuación 1 en 2

$$28 - t_B = t_B * \left(\frac{V_A}{V_B} * \frac{tam_A}{tam_B} \right)$$

Despejando tB

$$t_B = \frac{28}{\left(\frac{V_A}{V_B} * \frac{tam_A}{tam_B} \right) + 1}$$

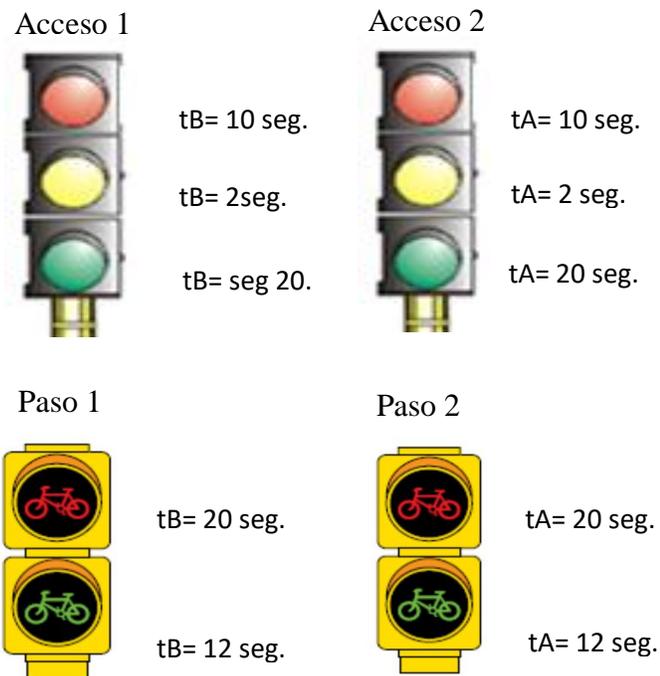
$t_B = 11.45 \approx 12 \text{ seg}$ (Tiempo de paso de la bicicleta)

Reemplazado tB en ecuación 1

$$t_A = 16 \text{ seg} \approx 20 \text{ seg} \text{ (Tiempo de espera de la bicicleta)}$$

Los tiempos de las fases serán:

Gráfico N° 34: Tiempos de ciclo y fases



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 9
CÓMPUTO MÉTRICO

INDICE
ANEXO 9
CÓMPUTO MÉTRICO

	Página
1. CÓMPUTO MÉTRICO ALTERNATIVA 1.....	1
2. CÓMPUTO MÉTRICO ALTERNATIVA 2	11

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N° 1: Cómputo métrico alternativa 1	1
Tabla N° 2: Cómputo métrico alternativa 2	11

ANEXO 9
CÓMPUTO MÉTRICO

Cómputo métrico por ítems de la obra tramo vial "diseño final de ciclo vía urbana zona distrito 11, 12 y 13"

1. CÓMPUTO MÉTRICO ALTERNATIVA 1

Detallaremos el cómputo métrico de la alternativa 1 (Para el diseño de un pavimento flexible con tratamiento superficial simple utilizando CAPA SUB BASE.)

Tabla N° 1: Cómputo métrico alternativa 1

N°	Descripción	Unid.	N° De Veces	Largo (m)	Ancho (m) Área (m ²)	Alto (m)	Total Parcial	Total
M01 - Obras preliminares								
1	Replanteo y control topográfico	km						5.327
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	km	1	5.327	1	1	5.327	
2	Limpieza de terreno y deshierbe	ha						0.160
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	ha	1	5.327	0.03	1	0.160	
M02 - Movimiento de tierras								
3	Excavación clasificada s. semiduro	m ³						323.26
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	3	62.53	1	187.59	

	Tramo 5 prog. 0+600-0+800(av. Luís de Fuentes)	m ³	1	200	1.5	0.2	60		
	Tramo 7 prog. 1+840 2+803 islas de refugio (av. Horacio Aramayo)	m ³	8	1	35.48	0.2	56.768		
	Tramo 7 prog. 1+840 2+803 ampliación orejas (av. Horacio Aramayo)	m ³	6	1	15.75	0.2	18.9		
4	conformación de terraplén	m ³						1912.4	
	Tramo 1 prog. 0+000-1+550 av. Celedonio Ávila	m ³	1	1550	3	0.2	930		
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García agreda	m ³	1	974	3	0.2	584.4		
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	300	3	0.2	180		
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de Fuentes	m ³	1	545	2	0.2	218		
M03 - Conformado paquete estructural pavimento flexible									
5	Conformación de capa sub base	m ³						1653.9	
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ³	1	1550	2.4	0.19	706.8		
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García agreda	m ³	1	974	2.4	0.32	748.03		
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	300	2.4	0.11	79.2		
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de Fuentes	m ³	1	545	2	0.11	119.9		
6	Conformación de capa base	m ³						786.76	
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ³	1	1550	2.4	0.1	372		
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García Agreda	m ³	1	974	2.4	0.1	233.76		
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	300	2.4	0.1	72		
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ³	1	545	2	0.1	109		

7	Asfalto diluido para imprimación	m ²						7867.6
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ²	1	1550	2.4	1	3720	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García agreda	m ²	1	974	2.4	1	2337.6	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ²	1	300	2.4	1	720	
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ³	1	545	2	1	1090	
8	carpeta asfáltica e=5 cm.	m ³						393.38
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ³	1	1550	2.4	0.05	186	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García agreda	m ³	1	974	2.4	0.05	116.88	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	300	2.4	0.05	36	
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ³	1	545	2	0.05	54.5	
M04 - Demarcación de calzada pista ciclista								
9	pintado de calzada (1.25) m. de ancho color azul (línea continua)	m ²						1656.3
	Tramo 5 prog. 0+600-0+800 av. Luís de fuentes	m ²	1	200	1.25	1	250	
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío, av. Carlos Zenteno, av. Julio Arce, av. José avilés	m ²	1	495	1.25	1	618.75	
	Tramo 7 prog. 1+840 2+215 (av. Horacio Aramayo) IDA	m ²	1	315	1.25	1	393.75	
	Tramo 7 prog. 2+240-2+803 (av. Horacio Aramayo) VUELTA	m ²	1	315	1.25	1	393.75	
M05 - Mejoramiento y ampliacion de acera								
10	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito)	m ²						712.5
	Tramo 5 prog. 0+600-0+800 av. Luís de fuentes	m ²	1	200	1.5	1	300	

	Tramo 6 prog. 1+345-1+396 av. Luís de fuentes	m ²	1	51	1.5	1	76.5	
	Tramo 7 prog. 2+215-2+439 av. Horacio Aramayo	m ²	1	224	1.5	1	336	
11	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m						550
	Tramo 6 prog. 1+345-1+396 av. Luís de fuentes	m	2	51	1	1	102	
	Tramo 7 prog. 2+215-2+439 av. Horacio Aramayo	m	2	224	1	1	448	
12	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m						475
	Tramo 5 prog. 0+600-0+800 av. Luís de fuentes	m	1	200	1	1	200	
	Tramo 6 prog. 1+345-1+396 av. Luís de fuentes	m	1	51	1	1	51	
	Tramo 7 prog. 2+215-2+439 av. Horacio Aramayo	m	1	224	1	1	224	
M06 - Instalación de islas refugio								
13	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m						201.88
	Tramo 7 prog. 1+840-2+803 av. Horacio Aramayo	m	8	22.61	1	1	180.88	
	Tramo 7 prog. 2+079 av. Los Ceibos	m	2	10.5	1	1	21	
14	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) (m2)	m ²						316.84
	Tramo 7 prog. 1+840-2+803 av. Horacio Aramayo	m ²	8	1	35.48	1	283.84	
	Tramo 7 prog. 2+079 av. Los Ceibos	m ²	2	1	16.5	1	33	
15	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m						316.84
	Tramo 7 prog. 1+840-2+803 av. Horacio Aramayo	m	8	35.48	1	1	283.84	
	Tramo 7 prog. 2+079 av. Los Ceibos	m	2	16.5	1	1	33	

M07 – Ampliación de aceras tipo oreja								
16	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m						172.38
	Tramo 6 prog. 1+345-1+840 av. Mario Cossío y av. José avilés	m	2	28.73	1	1	57.46	
	Tramo 7 prog. 2+215 av. Horacio Aramayo y los ceibos	m	4	28.73	1	1	114.92	
17	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) (m2)	m ²						94.5
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío y av. José avilés	m ²	2	1	15.75	1	31.5	
	Tramo 7 prog. 2+215 av. Horacio Aramayo y los ceibos	m ²	4	1	15.75	1	63	
18	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m						94.5
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío y av. José avilés	m	2	15.75	1	1	31.5	
	Tramo 7 prog. 2+215 av. Horacio Aramayo y los ceibos	m	4	15.75	1	1	63	
M08 - Señalización								
19	Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea doble continua)	m ²						249
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío, av. Carlos Zenteno, av. julio arce, av. José avilés	m ²	2	495	0.1	1	99	
	Tramo 7 prog. 1+840 2+215 (av. Horacio Aramayo) ida	m ²	2	375	0.1	1	75	
	Tramo 7 prog. 2+240-2+803 (av. Horacio Aramayo) vuelta	m ²	2	375	0.1	1	75	
20	Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea borde continua)	m ²						733.8
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ²	2	1550	0.1	1	310	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García Agreda	m ²	2	974	0.1	1	194.8	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ²	2	600	0.1	1	120	

	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ²	2	545	0.1	1	109	
21	Pintado de calzada (0.15) m. de ancho amarilla (línea central segmentada)	m ²						632.1
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ²	1	1550	0.15	1	232.5	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García Agreda	m ²	1	974	0.15	1	146.1	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ²	1	600	0.15	1	90	
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ²	1	545	0.15	2	163.5	
22	Pintado de calzada cruce de bicicletas (2) m. de ancho azul (línea continua)	m ²						250
	Intersección 1 av. José Julián Pérez	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 2 av. la Banda	m ²	2	5	2	1	20	
	Intersección 3 av. los Sauces	m ²	1	5	2	1	10	
	Intersección 4 Luís de fuentes	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 5 av. Luís de fuentes y psj. Zedeño	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 6 av. José maría avilés y av. Carlos Zenteno	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 7 av. Mario Cossío c. y av. Horacio Aramayo	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 8 c/ Manuel Uriondo y av. Horacio Aramayo	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 9 av. los ceibos y av. Horacio Aramayo	m ²	8	5	2	1	80	
	Intersección 10 av. francisco Uriondo y av. Horacio Aramayo	m ²	1	10	2	1	20	

23	Demarcación símbolo de bicicleta color blanco	m ²						43
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7		43	1	1	1	43	
24	Señales de prevención cuadrangular (60x60) cm.	pza						29
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	pza	29	1	1	1	29	
25	Señales reglamentarias (0.60x0.90) m.	pza						7
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	pza	7	1	1	1	7	
26	Señales informativas de localización (0.70*0.70) m.	pza						13
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	pza	13	1	1	1	13	
M09 – Instalación de elementos de protección								
27	Postes delineadores flexibles viales de poliuretano	pza						92
	Tramo 6 prog. 1+345 av. José maría avilés	pza	8	1	1	1	8	
	Tramo 7 prog. 1+840-2+803 (av. Horacio Aramayo)	pza	84	1	1	1	84	
28	Tachón bidireccional reflectantes	pza						577
	Tramo 6 prog. 1+345-1+840	pza	237	1	1	1	237	
	Tramo 7 prog. 1+840-2+215	pza	170	1	1	1	170	
	Tramo 7 prog. 2+440-2+803	pza	170	1	1	1	170	
M10 – Instalación de estacionamientos								
29	Estacionamiento para bicicletas tipo universal	pza						6
	Tramo 1 prog.1+550 parque Temático	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 2 prog. 0+974 Sky Park	pza	1	1	1	1	1	

	Tramo 3 prog. 0+300 colegio Británico	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 5prog. 0+890 av. Luís de Fuentes	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 5prog. 1+345 av. Luís de Fuentes	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 7 prog. 2+215 av. Horacio Aramayo	pza	1	1	1	1	1	
RM11 - Obras de arte menor								
30	Replanteo/control obras de arte menor	pza						4
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 - 0+718	pza	4	1	1	1	4	
31	Excavación con maquinaria p/alcant- de paso y tubería de drenaje	m ³						73.2
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)	m ³	2	3	0.5	0.4	1.2	
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 - 0+718 (tubería longitudinal)	m ³	1	288	0.5	0.5	72	
32	Relleno compactado manual-s/material de relleno	m ³						73.2
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)	m ³	2	3	0.5	0.4	1.2	
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 - 0+718 (tubería longitudinal)	m ³	1	288	0.5	0.5	72	
33	Cama de arena para alcantarilla	m ²						3
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)		2	3	0.5	1	3	

34	H° C° P/alcantarillas de paso 50% PD DOS. 1:2:3	m ³						1.2
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)	m ³	2	3	0.5	0.4	1.2	
35	Provisión y colocado tubos de ARMCO d=450mm e=2mm	m						288
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 - 0+718 (tubería longitudinal)	m	1	288	1	1	288	
36	Rejillas de piso	pza						2
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)	pza	2	1	1	1	2	
M12 - Alumbrado urbano								
37	Toma de tierra de alumbrado público con pica	pza						5
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+050, prog 0+300, prog. 0+600 y prog. 0+900	pza	4	1	1	1	4	
	Tramo 3 pasaje Narvaez prog. 0+300	pza	1	1	1	1	1	
38	Conductor aislado de tierra de alumbrado público	m						1200
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+050 - 0+900	m	1	900	1	1	900	
	Tramo 3 pasaje Narvaez prog. 0+300	m	1	300	1	1	300	
39	Canalización subterránea de protección del cableado	m						1200
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+050 - 0+900	m	1	900	1	1	900	
	Tramo 3 pasaje Narvaez prog. 0+300	m	1	300	1	1	300	

40	Farola con columna metálica.	pza						125
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+000 - 0+950	pza	95	1	1	1	95	
	Tramo 3 pasaje Narvaez prog. 0+300	pza	30	1	1	1	30	
M13 - Limpieza general de obra								
41	Limpieza general	glb						1
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	glb	1	1	1	1	1	

Fuente: elaboración propia.

2. CÓMPUTO MÉTRICO ALTERNATIVA 2

Detallaremos el cómputo métrico de la alternativa 2 (para un pavimento flexible con tratamiento superficial simple sin utilizar la CAPA SUB BASE).

Tabla N° 2: Cómputo métrico alternativa 2

N°	Descripción	Unid.	N° De Veces	Largo (m)	Ancho (m) Área (m ²)	Alto (m)	Total Parcial	Total
M01 - OBRAS PRELIMINARES								
1	Replanteo y control topográfico	km						5.327
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	km	1	5.327	1	1	5.327	
2	Limpieza de terreno y deshierbe	ha						0.160
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	ha	1	5.327	0.03	1	0.160	
M02 - MOVIMIENTO DE TIERRAS								
3	Excavación clasificada s. semiduro	m ³						323.26
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	3	62.53	1	187.59	
	Tramo 5 prog. 0+600-0+800(av. Luís de Fuentes)	m ³	1	200	1.5	0.2	60	
	Tramo 7 prog. 1+840 2+803 islas de refugio (av. Horacio Aramayo)	m ³	8	1	35.48	0.2	56.768	
	Tramo 7 prog. 1+840 2+803 ampliación orejas (av. Horacio Aramayo)	m ³	6	1	15.75	0.2	18.9	

4	Conformación de terraplén	m ³						1912.4
	Tramo 1 prog. 0+000-1+550 av. Celedonio Ávila	m ³	1	1550	3	0.2	930	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García agreda	m ³	1	974	3	0.2	584.4	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	300	3	0.2	180	
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de Fuentes	m ³	1	545	2	0.2	218	
M03 - CONFORMADO PAQUETE ESTRUCTURAL PAVIMENTO FLEXIBLE								
6	Conformación de capa base	m ³						2613.9
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ³	1	1550	2.4	0.34	1264.8	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García Agreda	m ³	1	974	2.4	0.43	1005.17	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	300	2.4	0.19	136.8	
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ³	1	545	2	0.19	207.1	
7	Asfalto diluido para imprimación	m ²						7867.6
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ²	1	1550	2.4	1	3720	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García agreda	m ²	1	974	2.4	1	2337.6	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ²	1	300	2.4	1	720	
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ³	1	545	2	1	1090	
8	Carpeta asfáltica e=5 cm.	m ³						393.38
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ³	1	1550	2.4	0.05	186	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García agreda	m ³	1	974	2.4	0.05	116.88	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ³	1	300	2.4	0.05	36	

	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ³	1	545	2	0.05	54.5	
M04 - DEMARCACIÓN DE CALZADA PISTA CICLISTA								
9	Pintado de calzada (1.25) m. de ancho color azul (línea continua)	m ²						1656.3
	Tramo 5 prog. 0+600-0+800 av. Luís de fuentes	m ²	1	200	1.25	1	250	
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío, av. Carlos Zenteno, av. Julio Arce, av. José avilés	m ²	1	495	1.25	1	618.75	
	Tramo 7 prog. 1+840 2+215 (av. Horacio Aramayo) IDA	m ²	1	315	1.25	1	393.75	
	Tramo 7 prog. 2+240-2+803 (av. Horacio Aramayo) VUELTA	m ²	1	315	1.25	1	393.75	
M05 - MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE ACERA								
10	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito)	m ²						712.5
	Tramo 5 prog. 0+600-0+800 av. Luís de fuentes	m ²	1	200	1.5	1	300	
	Tramo 6 prog. 1+345-1+396 av. Luís de fuentes	m ²	1	51	1.5	1	76.5	
	Tramo 7 prog. 2+215-2+439 av. Horacio Aramayo	m ²	1	224	1.5	1	336	
11	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m						550
	Tramo 6 prog. 1+345-1+396 av. Luís de fuentes	m	2	51	1	1	102	
	Tramo 7 prog. 2+215-2+439 av. Horacio Aramayo	m	2	224	1	1	448	
12	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m						475
	Tramo 5 prog. 0+600-0+800 av. Luís de fuentes	m	1	200	1	1	200	
	Tramo 6 prog. 1+345-1+396 av. Luís de fuentes	m	1	51	1	1	51	
	Tramo 7 prog. 2+215-2+439 av. Horacio Aramayo	m	1	224	1	1	224	

M06 - INSTALACIÓN DE ISLAS REFUGIO								
13	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m						201.88
	Tramo 7 prog. 1+840-2+803 av. Horacio Aramayo	m	8	22.61	1	1	180.88	
	Tramo 7 prog. 2+079 av. Los Ceibos	m	2	10.5	1	1	21	
14	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) (m2)	m ²						316.84
	Tramo 7 prog. 1+840-2+803 av. Horacio Aramayo	m ²	8	1	35.48	1	283.84	
	Tramo 7 prog. 2+079 av. Los Ceibos	m ²	2	1	16.5	1	33	
15	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m						316.84
	Tramo 7 prog. 1+840-2+803 av. Horacio Aramayo	m	8	35.48	1	1	283.84	
	Tramo 7 prog. 2+079 av. Los Ceibos	m	2	16.5	1	1	33	
M07 – AMPLIACIÓN DE ACERAS TIPO OREJA								
16	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m						172.38
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío y av. José avilés	m	2	28.73	1	1	57.46	
	Tramo 7 prog. 2+215 av. Horacio Aramayo y los ceibos	m	4	28.73	1	1	114.92	
17	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) (m2)	m ²						94.5
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío y av. José avilés	m ²	2	1	15.75	1	31.5	
	Tramo 7 prog. 2+215 av. Horacio Aramayo y los ceibos	m ²	4	1	15.75	1	63	
18	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m						94.5
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío y av. José avilés	m	2	15.75	1	1	31.5	
	Tramo 7 prog. 2+215 av. Horacio Aramayo y los ceibos	m	4	15.75	1	1	63	

M08 - SEÑALIZACIÓN								
19	Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea doble continua)	m ²						249
	Tramo 6 prog 1+345-1+840 av. Mario Cossío, av. Carlos Zenteno, av. julio arce, av. José avilés	m ²	2	495	0.1	1	99	
	Tramo 7 prog. 1+840 2+215 (av. Horacio Aramayo) ida	m ²	2	375	0.1	1	75	
	Tramo 7 prog. 2+240-2+803 (av. Horacio Aramayo) vuelta	m ²	2	375	0.1	1	75	
20	Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea borde continua)	m ²						733.8
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ²	2	1550	0.1	1	310	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García Agreda	m ²	2	974	0.1	1	194.8	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ²	2	600	0.1	1	120	
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ²	2	545	0.1	1	109	
21	Pintado de calzada (0.15) m. de ancho amarilla (línea central segmentada)	m ²						632.1
	Tramo 1 prog. 0+000-1550 av. Celedonio Ávila	m ²	1	1550	0.15	1	232.5	
	Tramo 2 prog. 0+000-0+974 campo deportivo García Agreda	m ²	1	974	0.15	1	146.1	
	Tramo 4 prog. 0+300-0+600 pasaje Narváez	m ²	1	600	0.15	1	90	
	Tramo 5 prog. 0+800-1+345 av. Luís de fuentes	m ²	1	545	0.15	2	163.5	
22	Pintado de calzada cruce de bicicletas (2) m. de ancho azul (línea continua)	m ²						250
	Intersección 1 av. José Julián Pérez	m ²	1	10	2	1	20	

	Intersección 2 av. la Banda	m ²	2	5	2	1	20	
	Intersección 3 av. los Sauces	m ²	1	5	2	1	10	
	Intersección 4 Luís de fuentes	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 5 av. Luís de fuentes y psj. Zedeño	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 6 av. José maría avilés y av. Carlos Zenteno	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 7av. Mario Cossío c. y av. Horacio Aramayo	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 8 c/ Manuel Uriondo y av. Horacio Aramayo	m ²	1	10	2	1	20	
	Intersección 9 av. los ceibos y av. Horacio Aramayo	m ²	8	5	2	1	80	
	Intersección 10 av. francisco Uriondo y av. Horacio Aramayo	m ²	1	10	2	1	20	
23	Demarcación símbolo de bicicleta color blanco	m ²						43
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	m ²	43	1	1	1	43	
24	Señales de prevención cuadrangular (60x60) cm.	pza						29
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	pza	29	1	1	1	29	
25	Señales reglamentarias (0.60x0.90) m.	pza						7
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	pza	7	1	1	1	7	
26	Señales informativas de localización (0.70*0.70) m.	pza						13
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	pza	13	1	1	1	13	
M09 – INSTALACIÓN DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN								
27	Postes delineadores flexibles viales de poliuretano	pza						92
	Tramo 6 prog. 1+345 av. José maría avilés	pza	8	1	1	1	8	

	Tramo 7 prog. 1+840-2+803 (av. Horacio Aramayo)	pza	84	1	1	1	84	
28	Tachón bidireccional reflectantes	pza						577
	Tramo 6 prog. 1+345-1+840	pza	237	1	1	1	237	
	Tramo 7 prog. 1+840-2+215	pza	170	1	1	1	170	
	Tramo 7 prog. 2+440-2+803	pza	170	1	1	1	170	
M10 – INSTALACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS								
29	Estacionamiento para bicicletas tipo universal	pza						6
	Tramo 1 prog.1+550 parque Temático	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 2 prog. 0+974 Sky Park	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 3 prog. 0+300 colegio Británico	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 5prog. 0+890 av. Luís de Fuentes	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 5prog. 1+345 av. Luís de Fuentes	pza	1	1	1	1	1	
	Tramo 7 prog. 2+215 av. Horacio Aramayo	pza	1	1	1	1	1	
RM11 - OBRAS DE ARTE MENOR								
30	Replanteo/control obras de arte menor	Km					0	
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 - 0+718	Km					0	
31	Excavación con maquinaria p/alcant- de paso y tubería de drenaje	m ³						73.2
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)	m ³	2	3	0.5	0.4	1.2	

	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 - 0+718 (tubería longitudinal)	m ³	1	288	0.5	0.5	72	
32	Relleno compactado manual-s/material de relleno	m ³						73.2
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)	m ³	2	3	0.5	0.4	1.2	
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 - 0+718 (tubería longitudinal)	m ³	1	288	0.5	0.5	72	
33	Cama de arena para alcantarilla	m ²						3
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)		2	3	0.5	1	3	
34	H° C° p/alcantarillas de paso 50% PD DOS. 1:2:3	m ³						1.2
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)	m ³	2	3	0.5	0.4	1.2	
35	Provisión y colocado tubos de ARMCO D=450MM E=2MM	m						288
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 - 0+718 (tubería longitudinal)	m	1	288	1	1	288	
36	Rejillas de piso	pza						2
	Tramo 2 campo deportivo García Agreda prog. 0+430 y prog. 0+718 (alcantarilla de paso)	pza	2	1	1	1	2	

M12 - Alumbrado urbano								
37	Toma de tierra de alumbrado público con pica	pza						5
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+050, prog 0+300, prog. 0+600 y prog. 0+900	pza	4	1	1	1	4	
	Tramo 3 pasaje Narvaez prog. 0+300	pza	1	1	1	1	1	
38	Conductor aislado de tierra de alumbrado público	m						1200
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+050 - 0+900	m	1	900	1	1	900	
	Tramo 3 pasaje Narvaez prog. 0+300	m	1	300	1	1	300	
39	Canalización subterránea de protección del cableado	m						1200
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+050 - 0+900	m	1	900	1	1	900	
	Tramo 3 pasaje Narvaez prog. 0+300	m	1	300	1	1	300	
40	Farola con columna metálica.	pza						125
	Tramo 2 campo deportivo Garcia Agreda prog. 0+000 - 0+950	pza	95	1	1	1	95	
	Tramo 3 pasaje Narvaez prog. 0+300	pza	30	1	1	1	30	
M13 - Limpieza general de obra								
41	Limpieza general	glb						1
	Tramo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	glb	1	1	1	1	1	

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 10
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ÍNDICE
ANEXO 10
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

	Página
Replanteo y control topográfico.....	1
Limpieza de terreno y deshierbe	2
Excavación clasificada s. semiduro.....	3
Conformación de terraplén.....	4
Conformación de capa sub base.....	5
Conformación de capa base	6
Asfalto diluido para imprimación	7
Asfalto diluido para imprimación	8
Pintado de calzada (1.25) m. de ancho color azul (línea continua).....	9
Piso de ladrillo gambote rustico (adobito)	10
Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno)	11
Cordón de acera de hormigón simple (40 cm x 20 cm)	12
Demarcación símbolo de bicicleta color blanco	13
Señales de prevención cuadrangular (60 cm x 60 cm).....	14
Señales reglamentarias (60 cm x 90 cm).....	15
Señales informativas de localización (70 cm x 70 cm).....	16

Postes delineadores flexibles viales de poliuretano	17
Tachón bidireccional reflectante	18
Estacionamiento para bicicletas tipo universal	19
Replanteo/control obras de arte menor	20
Excavación con maquinaria p/alcantarilla- de paso y tubería de drenaje	21
Relleno compactado manual-s/material de relleno	22
Cama de arena para alcantarilla	23
H° C° p/alcantarillas de paso 50% dosificación. 1:2:3	24
Provisión y colocado de tubería de ARMCO d=450mm e=2mm	25
Rejillas de piso	26
Limpieza general	27
Toma de tierra de alumbrado público con pica	28
Conductor aislado de tierra de alumbrado público	29
Canalización subterránea de protección del cableado	30
Farola con columna metálica	31

ANEXO 10

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Replanteo y control topográfico

Unitario km.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Estacas (2*2*0.30)	pza	200.00	1.50	300.00
	Clavos	kg	1.00	14.00	14.00
	Pintura látex	galón	1.50	67.00	100.50
	Total materiales				414.50
2.-	Mano de obra				
	Topógrafo	Hrs	60.00	12.50	750.00
	Alarife	Hrs	30.00	23.28	698.40
	Subtotal mano de obra				1,448.40
	Beneficios sociales - % del subtotal de mano de obra			55.00%	796.62
	Impuesto al valor agregado - % subtot m.o.+ cargas sociales			14.94%	335.41
	Total mano de obra				2,580.43
3.-	Equipo y herramientas				
	Estación total	Hrs	30.00	26.00	780.00
	Nivel de ingeniero	Hrs	4.00	10.00	40.00
	GPS de doble frecuencia	Hrs	4.00	5.00	20.00
	herramientas - % del total de la mano de obra			5.00%	129.02
	total equipo y herramientas				969.02
4.-	Gastos generales				
	Gastos generales - % de 1+2+3			10.00%	396.39
	Total gastos generales				396.39
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % de 1+2+3 +4			10.00%	396.39
	total utilidad				396.39
6.-	Impuestos				
	Impuesto a las transacciones - % de 1+2+3+4+5			3.09%	122.49
	Total impuestos				122.49
	Total precio unitario				4,879.22

Limpieza de terreno y deshierbe

Unitario ha

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Total Materiales				0.00
2.-	Mano de Obra				
	Peón	Hrs	24.00	8.00	192.00
	Operador	Hrs	8.00	13.50	108.00
	Ayudante Operador	Hrs	8.00	8.44	67.52
	Subtotal Mano De Obra				367.52
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	202.14
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtot M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	85.11
	Total Mano De Obra				654.76
3.-	Equipo y Herramientas				
	Tractor D7	Hrs	8.00	460.00	3,680.00
	Volqueta 12 M3	Hrs	5.00	138.00	690.00
	Herramientas - % Del Total d la Mano De Obra			5.00%	32.74
	Total Equipo Y Herramientas				4,402.74
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	505.75
	Total Gastos Generales				505.75
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	505.75
	Total Utilidad				505.75
6.-	Impuestos				
	Impuesto a las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	156.28
	Total Impuestos				156.28
	Total Precio Unitario				6,225.28

Excavación clasificada s. semiduro

Unitario m³

Moneda bolivianos

Descripción		Unid.	Cantidad	Precio Productivo.	Costo Total
1.-	Materiales				
Total Materiales					0.00
2.-	Mano de Obra				
	Operador	Hrs	0.02	13.50	0.27
	Ayudante de Operador	Hrs	0.04	12.50	0.50
	Chofer	Hrs	0.03	11.81	0.35
Subtotal Mano De Obra					1.12
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano de Obra				55.00%	0.62
Impuesto al Valor Agregado - % Subtot M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	0.26
Total Mano De Obra					2.00
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Tractor D7	Hrs	0.01	460.00	4.60
	Volqueta 12m3	Hrs	0.03	166.84	5.01
	Excavadora CAT 320	Hrs	0.00	560.00	0.00
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	0.10
Total Equipo Y Herramientas					9.71
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	1.17
Total Gastos Generales					1.17
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	1.17
Total Utilidad					1.17
6.-	Impuestos				
Impuesto a las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	0.36
Total Impuestos					0.36
Total Precio Unitario					14.41

Conformación de capa sub base

Unitario m³

Moneda bolivianos

Descripción		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Material Capa Sub Base	M ³	0.80	57.63	46.10
Total Materiales					46.10
2.-	Mano De Obra				
	Operador	Hrs	0.06	13.50	0.81
	Chofer	Hrs	0.01	11.81	0.12
	Ayudante Operador	Hrs	0.03	8.44	0.25
Subtotal Mano de Obra					1.18
Beneficios Sociales - % Del Subtotal de mano de obra				55.00%	0.65
Impuesto al Valor Agregado - % Subtot M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	0.27
Total Mano De Obra					2.10
3.-	Equipo y Herramientas				
	Rodillo Liso Vibratorio	Hrs	0.01	279.11	2.79
	Motoniveladora	Hrs	0.02	264.50	5.29
	Volqueta 12m3	Hrs	0.15	166.84	25.03
	Cisterna	Hrs	0.01	139.55	1.40
Herramientas - % Del Total de la Mano De Obra				5.00%	0.11
Total Equipo y Herramientas					34.61
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	8.28
Total Gastos Generales					8.28
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	8.28
Total Utilidad					8.28
6.-	Impuestos				
Impuesto a las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	2.56
Total Impuestos					2.56
Total Precio Unitario					101.94

Conformación de capa base

Unitario m³

Moneda bolivianos

Descripción		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Material Capa Base	M ³	0.90	70.93	63.84
Total Materiales					63.84
2.-	Mano De Obra				
	Operador	Hrs	0.02	13.50	0.27
	Chofer	Hrs	0.01	11.81	0.12
	Ayudante Operador	Hrs	0.02	8.44	0.17
Subtotal mano de obra					0.56
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	0.31
Impuesto al Valor Agregado - % Subtot M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	0.13
Total mano de obra					0.99
3.-	Equipo y herramientas				
	Volqueta 12m3	Hrs	0.22	166.84	36.70
	Pala Cargadora	Hrs	0.04	320.00	12.80
	Rodillo Liso Vibratorio	Hrs	0.01	279.11	2.79
	Compactador Neumático Liso	Hrs	0.04	320.00	12.80
	Motoniveladora	Hrs	0.02	264.50	5.29
Herramientas - % Del Total de la mano de obra				5.00%	0.05
Total equipo y herramientas					70.44
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	13.53
Total Gastos Generales					13.53
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	13.53
Total Utilidad					13.53
6.-	Impuestos				
Impuesto a las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	4.18
Total Impuestos					4.18
Total Precio Unitario					166.50

Asfalto diluido para imprimación

Unitario m²

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Materiales				
	Kerosene	Lt	0.25	3.01	0.75
	Cemento Asfáltico	Kg	0.85	4.88	4.15
	Total Materiales				4.90
2	Mano De Obra				
	Chofer	Hrs	0.00	11.81	0.00
	Operador	Hrs	0.00	13.50	0.00
	Ayudante Operador	Hrs	0.03	8.44	0.25
	Subtotal Mano De Obra				0.25
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	0.14
	Impuesto al valor agregado - % subtot M.O.+ cargas sociales			14.94%	0.06
	Total Mano De Obra				0.45
3	Equipo Y Herramientas				
	Distribuidor De Asfaltos 6000 Lts. de Cap. Ton.	Hrs	0.00180	414.41	0.75
	Escoba mecánica Autopropulsada M2/Hrs	Hrs	0.00180	69.45	0.13
	Planta Calentamiento De Asfalto Tn	Hrs	0.00120	963.34	1.16
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra			5.00%	0.02
	Total Equipo Y Herramientas				2.05
4	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	0.74
	Total Gastos Generales				0.74
5	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	0.74
	Total Utilidad				0.74
6	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	0.23
	Total Impuestos				0.23
	Total Precio Unitario				9.11

Asfalto diluido para imprimación

Unitario m³

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.	Materiales				
	Cemento Asfaltico	kg	170.00	4.88	829.60
	Grava Clasificada	m ³	0.75	80.85	60.64
	Kerosene	lt	2.40	3.01	7.22
	Arena Fina	m ³	0.57	61.80	35.23
	Diésel	lt	1.50	3.75	5.63
	Total Materiales				938.31
2.	Mano De Obra				
	Operador Camión Dist. De Asfaltos	hrs	0.09000	8.16	0.73
	Operador Escoba Mecánica	hrs	0.82	6.80	5.58
	Peón	hrs	0.03	8.00	0.22
	Chofer	hrs	0.08	11.81	0.94
	Especialista Calificado	hrs	1.00	15.00	15.00
	Subtotal Mano De Obra				22.48
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	12.36
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	5.21
	Total Mano De Obra				40.05
3.	Equipo Y Herramientas				
	Camión Distribuidor De Asfalto	hrs	0.03	139.04	3.89
	Compactador De Neumáticos	hrs	0.01	166.84	1.67
	Compactadora De Rodillos	hrs	0.08400	332.33	27.92
	Volqueta 12m3	hrs	0.08	166.84	13.35
	Escoba Mecánica	hrs	0.02800	69.45	1.94
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra			5.00%	2.00
	Total Equipo Y Herramientas				50.77
4.	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	102.91
	Total Gastos Generales				102.91
5.	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	102.91
	Total Utilidad				102.91
6.	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	31.80
	Total Impuestos				31.80
	Total Precio Unitario				1,266.76

Pintado de calzada (1.25) m. de ancho color azul (línea continua)

Unitario m²

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.	Materiales				
	Pintura Para Demarcación De Calles	Lt	0.72	38.90	28.01
	Microesferas De Vidrio	Kg	0.50	8.00	4.00
	Thinner Acrílico	Lt	0.11	30.00	3.30
Total Materiales					35.31
2.	Mano De Obra				
	Ayudante	Hrs	0.25000	15.00	3.75
	Peón	Hrs	0.25	12.50	3.13
	Operador De Sopladora	Hrs	0.25	22.00	5.50
	Operador De Maquina	Hrs	0.25	22.00	5.50
Subtotal Mano De Obra					17.88
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	9.83
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	4.14
Total Mano De Obra					31.85
3.	Equipo Y Herramientas				
	Máquina De Demarcación	Hrs	0.25	50.00	12.50
	Sopladora	Hrs	0.25	25.00	6.25
	Carro Autopropulsor	Hrs	0.25000	50.00	12.50
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	1.59
Total Equipo Y Herramientas					32.84
4.	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	10.00
Total Gastos Generales					10.00
5.	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	10.00
Total Utilidad					10.00
6.	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	3.09
Total Impuestos					3.09
Total Precio Unitario					123.08

Piso de ladrillo gambote rustico (adobito)

Unitario m²

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Cemento Portland Ip-30	Kg	2.5	1.2	3.00
	Arena Fina	M3	0.03	60	1.80
	Ladrillo Adobito	Pza	35	0.7	24.50
	Agua	Lt	30	0.06	1.80
	Total Materiales				31.10
2.-	Mano De Obra				
	Ayudante	Hr	0.5	5.63	2.82
	Maestro Albañil	Hr	0.5	15	7.50
	Subtotal Mano De Obra				10.32
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	5.67
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	2.39
	Total Mano De Obra				18.38
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%
	Total Equipo Y Herramientas				0.92
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	5.04
	Total Gastos Generales				5.04
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	5.04
	Total Utilidad				5.04
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	1.56
	Total Impuestos				1.56
	Total Precio Unitario				62.03

Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno)

Unitario m

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Plastoform 100*50*1	Pza	0.20	3.46	0.69
	Alquitrán	Kg	0.60	8.00	4.80
Total Materiales					5.49
2.-	Mano De Obra				
Subtotal Mano De Obra					0.00
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	0.00
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	0.00
Total Mano De Obra					0.00
3.-	Equipo Y Herramientas				
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	0.00
Total Equipo Y Herramientas					0.00
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	0.55
Total Gastos Generales					0.55
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	0.55
Total Utilidad					0.55
6.-	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	0.17
Total Impuestos					0.17
Total Precio Unitario					6.76

Cordón de acera de hormigón simple (40 cm x 20 cm)

Unitario m.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Cemento Portland	Kg	25.00	1.11	27.75
	Piedra Manzana	M3	0.02	115.00	2.30
	Arena Común	M3	0.04	120.75	4.83
	Grava Común	M3	0.05	120.75	6.04
	Madera De Construcción	P2	2.00	8.00	16.00
	Total Materiales				56.92
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	1.50000	20.50	30.75
	Ayudante	Hr	1.50	5.00	7.50
	Subtotal Mano De Obra				38.25
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	21.04
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	8.86
	Total Mano De Obra				68.15
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%
	Total Equipo Y Herramientas				3.41
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	12.85
	Total Gastos Generales				12.85
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	12.85
	Total Utilidad				12.85
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	3.97
	Total Impuestos				3.97
	Total Precio Unitario				158.13

Demarcación símbolo de bicicleta color blanco

Unitario m²

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Pintura Para Demarcación De Calles	Lt	0.72	38.90	28.01
	Microesferas De Vidrio	Kg	0.50	8.00	4.00
	Thinner Acrílico	Lt	0.11	30.00	3.30
Total Materiales					35.31
2.-	Mano De Obra				
	Ayudante	Hr	0.25000	15.00	3.75
	Operador De Sopladora	Hr	0.25	22.00	5.50
	Operador De Maquina	Hr	0.25	22.00	5.50
Subtotal Mano De Obra					14.75
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	8.11
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	3.42
Total Mano De Obra					26.28
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Máquina de Demarcación	Hr	0.25	50.00	12.50
	Sopladora	Hr	0.25	25.00	6.25
	Carro Autopropulsor	Hr	0.25000	50.00	12.50
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	1.31
Total Equipo Y Herramientas					32.56
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	9.42
Total Gastos Generales					9.42
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	9.42
Total Utilidad					9.42
6.-	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	2.91
Total Impuestos					2.91
Total Precio Unitario					115.89

Señales de prevención cuadrangular (60 cm x 60 cm)

Unitario pza.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Cemento Portland	Kg	18.00	1.11	19.98
	Arena Común	M3	0.04	120.75	4.83
	Grava Común	M3	0.05	120.75	6.04
	Poste Metálico D=3" L=3m	Pza	1.00	140.00	140.00
	Señal Vertical Preventiva (0,6x0,6)M	Pza	1.00	497.52	497.52
	Total Materiales				668.37
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	1.45000	19.50	28.28
	Peón	Hr	1.90	15.00	28.50
	Subtotal Mano De Obra				56.78
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	31.23
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	13.15
	Total Mano De Obra				101.15
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Camión De Servicio De >=3 Ton	Hr.	0.40000	178.72	71.49
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra			5.00%	5.06
	Total Equipo Y Herramientas				76.55
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	84.61
	Total Gastos Generales				84.61
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	84.61
	Total Utilidad				84.61
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	26.14
	Total Impuestos				26.14
	Total Precio Unitario				1,041.42

Señales reglamentarias (60 cm x 90 cm)

Unitario pza.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Cemento Portland	Kg	18.00	1.11	19.98
	Arena Común	M3	0.04	120.75	4.83
	Grava Común	M3	0.05	120.75	6.04
	Poste Metálico D=3" L=3m	Pza	1.00	140.00	140.00
	Señal Vertical(0.60*0.90)M	Pza	1.00	746.28	746.28
	Total Materiales				917.13
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	1.45000	19.50	28.28
	Peón	Hr	1.90	15.00	28.50
	Subtotal Mano De Obra				56.78
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	31.23
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	13.15
	Total Mano De Obra				101.15
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Camión De Servicio De >=3 Ton	Hr.	0.40000	178.72	71.49
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra			5.00%	5.06
	Total Equipo Y Herramientas				76.55
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	109.48
	Total Gastos Generales				109.48
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	109.48
	Total Utilidad				109.48
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	33.83
	Total Impuestos				33.83
	Total Precio Unitario				1,347.62

Señales informativas de localización (70 cm x 70 cm)

Unitario pza.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Cemento Portland	Kg	18.00	1.11	19.98
	Arena Común	M3	0.04	120.75	4.83
	Grava Común	M3	0.05	120.75	6.04
	Poste Metálico D=3" L=3m	Pza	1.00	140.00	140.00
	Señal Vertical(0.70*0.70)M	Pza	1.00	677.18	677.18
	Total Materiales				848.03
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	1.45000	19.50	28.28
	Peón	Hr	1.90	15.00	28.50
	Subtotal Mano De Obra				56.78
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	31.23
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	13.15
	Total Mano De Obra				101.15
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Camión De Servicio De >=3 Ton	Hr.	0.40000	178.72	71.49
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra			5.00%	5.06
	Total Equipo Y Herramientas				76.55
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	102.57
	Total Gastos Generales				102.57
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	102.57
	Total Utilidad				102.57
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	31.69
	Total Impuestos				31.69
	Total Precio Unitario				1,262.56

Postes delineadores flexibles viales de poliuretano

Unitario pza.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Delineadores Flexibles Viales De Poliuretano	Pza	1.00	157.50	157.50
	Tirafondos 1/2 X 3 1/2 L1 19	Pza	1.00	2.10	2.10
	Tacos Fisher U14 X 75	Pza	1.00	0.98	0.98
Total Materiales					160.58
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	0.25000	19.50	4.88
	Ayudante	Hr	0.25	15.00	3.75
Subtotal Mano De Obra					8.63
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	4.74
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	2.00
Total Mano De Obra					15.37
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Taladro Percutor	Hr	0.17	25.00	4.25
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	0.77
Total Equipo Y Herramientas					5.02
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	18.10
Total Gastos Generales					18.10
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	18.10
Total Utilidad					18.10
6.-	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	5.59
Total Impuestos					5.59
Total Precio Unitario					222.75

Tachón bidireccional reflectante

Unitario pza.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Tachón Vial	Pza	1.00	96.22	96.22
	Betumen	Kg	0.30	45.00	13.50
	Pernos De 8mm	Kg	1.00	0.98	0.98
Total Materiales					110.70
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	0.25000	19.50	4.88
	Ayudante	Hr	0.25	15.00	3.75
	Operador	Hr	0.17	22.00	3.74
Subtotal Mano De Obra					12.37
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	6.80
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	2.86
Total Mano De Obra					22.03
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Taladro Percutor	Hr	0.17	25.00	4.25
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	1.10
Total Equipo Y Herramientas					5.35
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	13.81
Total Gastos Generales					13.81
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	13.81
Total Utilidad					13.81
6.-	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	4.27
Total Impuestos					4.27
Total Precio Unitario					169.96

Estacionamiento para bicicletas tipo universal

Unitario pza.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Estacionamiento Para 6 Bicicletas	Pza	1	420	420
	Tirafondos 1/2 X 3 1/2 L1 19	Pza	1.00	2.10	2.1
	Tacos Fisher U14 X 75	Pza	1.00	0.98	0.98
Total Materiales					423.08
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	0.25000	19.50	4.88
	Ayudante	Hr	0.25	15.00	3.75
Subtotal Mano De Obra					8.63
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	4.74
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	2.00
Total Mano De Obra					15.37
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Taladro Percutor	Hr	0.17	25.00	4.25
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	0.77
Total Equipo Y Herramientas					5.02
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	44.35
Total Gastos Generales					44.35
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	44.35
Total Utilidad					44.35
6.-	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	13.70
Total Impuestos					13.70
Total Precio Unitario					545.86

Replanteo/control obras de arte menor

Unitario pza

Moneda bolivianos

Descripción		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Estacas(2x2x0.30)	Pza	20.00	1.69	33.8
	Estuco	Kg	10.00	0.78	7.8
	Clavos	Kg	0.10	9.00	0.9
	Pintura Látex	Galón	0.01	85.00	0.85
Total Materiales					43.35
2.-	Mano De Obra				
	Topógrafo	Hr	4.00	17.15	68.60
	Alarife	Hr	8.00	8.60	68.80
Subtotal Mano De Obra					137.40
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	75.57
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	31.82
Total Mano De Obra					244.79
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Estación Total	Hr	4.00	10.00	40.00
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	12.24
Total Equipo Y Herramientas					52.24
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	34.04
Total Gastos Generales					34.04
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	34.04
Total Utilidad					34.04
6.-	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	10.52
Total Impuestos					10.52
Total Precio Unitario					418.97

Excavación con maquinaria p/alcantarilla- de paso y tubería de drenaje

Unitario m³

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Total Materiales				0.00
2.-	Mano De Obra				
	Peón	Hr	4.20	8.00	33.60
	Operador	Hr	0.04	13.50	0.54
	Ayudante Operador	Hr	0.08	8.44	0.68
	Chofer	Hr	0.10	11.81	1.18
	Subtotal Mano De Obra				36.00
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	19.80
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	5.53
	Total Mano De Obra				61.32
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Tractor D7	Hr	0.02	460.00	9.20
	Volqueta 12m3	Hr	0.10	166.84	16.68
	Excavadora CAT 320	Hr	0.02	560.00	11.20
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra			5.00%	0.17
	Total Equipo Y Herramientas				37.25
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	9.86
	Total Gastos Generales				9.86
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	9.86
	Total Utilidad				9.86
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	3.05
	Total Impuestos				3.05
	Total Precio Unitario				121.33

Relleno compactado manual-s/material de relleno

Unitario m³

Moneda bolivianos

Descripción		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
				Total Materiales	0.00
2.-	Mano De Obra				
	Peón	Hr	4.00	8.00	32.00
				Subtotal Mano De Obra	32.00
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	17.60
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	7.41
				Total Mano De Obra	57.01
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Compactadora Manual	Hr	2.00	46.35	92.70
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	2.85
				Total Equipo Y Herramientas	95.55
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	15.26
				Total Gastos Generales	15.26
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	15.26
				Total Utilidad	15.26
6.-	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	4.71
				Total Impuestos	4.71
				Total Precio Unitario	187.79

Cama de arena para alcantarilla

Unitario m²

Moneda bolivianos

Descripción		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Arena	M ³	1.00	44.85	44.85
Total Materiales					44.85
2.-	Mano De Obra				
	Peón	Hr	4.00	8.00	32.00
Subtotal Mano De Obra					32.00
Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra				55.00%	17.60
Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales				14.94%	7.41
Total Mano De Obra					57.01
3.-	Equipo Y Herramientas				
Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%	2.85
Total Equipo Y Herramientas					2.85
4.-	Gastos Generales				
Gastos Generales - % De 1+2+3				10.00%	10.47
Total Gastos Generales					10.47
5.-	Utilidad				
Utilidad - % De 1+2+3 +4				10.00%	10.47
Total Utilidad					10.47
6.-	Impuestos				
Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5				3.09%	3.24
Total Impuestos					3.24
Total Precio Unitario					128.89

Hº Cº p/alcantarillas de paso 50% dosificación. 1:2:3

Unitario m³

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Arena Común	M ³	0.20	74.58	14.916
	Alambre De Amarre	Kg	0.20	9.90	1.98
	Grava Común	M ³	0.40	74.58	29.832
	Cemento Portland Viacha	Kg	140.00	1.06	148.4
	Clavos	Kg	0.20	9.00	1.8
	Madera De Construcción	P ²	30.00	3.50	105
	Piedra Bruta	M ³	0.60	82.50	49.5
	Total Materiales				351.43
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	7.50	12.00	90.00
	Ayudante	Hr	7.50	8.00	60.00
	Subtotal Mano De Obra				150.00
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	82.50
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	34.74
	Total Mano De Obra				267.24
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Hormigonera	Hr	0.20	71.91	14.38
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra			5.00%	13.36
	Total Equipo Y Herramientas				27.74
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	64.64
	Total Gastos Generales				64.64
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	64.64
	Total Utilidad				64.64
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	19.97
	Total Impuestos				19.97
	Total Precio Unitario				795.66

Provisión y colocado de tubería de ARMCO d=450mm e=2mm

Unitario m.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Tubería ARMCO D=0.6 M	M	1.10	341.30	
	Total Materiales				0.00
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	0.25	12.00	3.00
	Peón	Hr	0.65	8.00	5.20
	Subtotal Mano De Obra				8.20
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	4.51
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	1.90
	Total Mano De Obra				14.61
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra			5.00%	0.73
	Total Equipo Y Herramientas				0.73
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	1.53
	Total Gastos Generales				1.53
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	1.53
	Total Utilidad				1.53
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	0.47
	Total Impuestos				0.47
	Total Precio Unitario				18.88

Rejillas de piso

Unitario pza.

Moneda bolivianos

	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
	Rejillas De Piso (Acero)	Pza	1.00	230.00	230.00
	Total Materiales				230.00
2.-	Mano De Obra				
	Albañil	Hr	0.25	12.00	3.00
	Subtotal Mano De Obra				3.00
	Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra			55.00%	1.65
	Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales			14.94%	0.69
	Total Mano De Obra				5.34
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra				5.00%
	Total Equipo Y Herramientas				0.27
4.-	Gastos Generales				
	Gastos Generales - % De 1+2+3			10.00%	23.56
	Total Gastos Generales				23.56
5.-	Utilidad				
	Utilidad - % De 1+2+3 +4			10.00%	23.56
	Total Utilidad				23.56
6.-	Impuestos				
	Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5			3.09%	7.28
	Total Impuestos				7.28
	Total Precio Unitario				290.01

Limpieza general

Unitario global

Moneda bolivianos

Descripción		Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1.-	Materiales				
				Total Materiales	0.00
2.-	Mano De Obra				
	Chofer	Hr	100.00	16.25	1,625.00
	Peón	Hr	320.00	12.00	3,840.00
				Subtotal Mano De Obra	5,465.00
				Beneficios Sociales - % Del Subtotal De Mano De Obra	55.00% 3,005.75
				Impuesto Al Valor Agregado - % Subtotal M.O.+ Cargas Sociales	14.94% 1,265.53
				Total Mano De Obra	9,736.28
3.-	Equipo Y Herramientas				
	Camión De Servicio De >=3 Ton	Hr	0.52	178.72	92.93
				Herramientas - % Del Total De La Mano De Obra	5.00% 486.81
				Total Equipo Y Herramientas	579.75
4.-	Gastos Generales				
				Gastos Generales - % De 1+2+3	10.00% 1,031.60
				Total Gastos Generales	1,031.60
5.-	Utilidad				
				Utilidad - % De 1+2+3 +4	10.00% 1,031.60
				Total Utilidad	1,031.60
6.-	Impuestos				
				Impuesto A Las Transacciones - % De 1+2+3+4+5	3.09% 318.77
				Total Impuestos	318.77
				Total Precio Unitario	12,698.00

Toma de tierra de alumbrado público con pica

Unitario PZA

Moneda bolivianos

Descripción		Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.-	MATERIALES				
	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	pza	1	163.86	163.86
	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	m	0.25	25.58	6.40
	Grapa abarcón para conexión de pica.	pza	1	9.1	9.10
	Cámara de inspección de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	pza	1	673.64	673.64
	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	pza	1	418.75	418.75
	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	pza	0.33	31.86	10.51
	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	pza	1.00	10.46	10.46
TOTAL MATERIALES					1,292.72
2.-	MANO DE OBRA				
	Especialista electricista.	hr	0.30	41.48	12.53
	Ayudante 1 ^a de electricista.	hr	0.30	29.90	9.03
	Ayudante 2 ^a de construcción.	hr	0.001	28.77	0.03
SUBTOTAL MANO DE OBRA					21.59
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				55.00%	11.87
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES				14.94%	5.00
TOTAL MANO DE OBRA					38.46
3.-	EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	hra	0.003	226.32	0.67896
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA				5.00%	1.92
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS					2.60
4.-	GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				10.00%	133.38
TOTAL GASTOS GENERALES					133.38
5.-	UTILIDAD				
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4				10.00%	133.38
TOTAL UTILIDAD					133.38
6.-	IMPUESTOS				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	41.21
TOTAL IMPUESTOS					41.21
TOTAL PRECIO UNITARIO					1,641.75

Conductor aislado de tierra de alumbrado público

Unitario M

Moneda bolivianos

Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.- MATERIALES				
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)	m	1	36.41	36.41
Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	pza	0.1	10.46	1.05
TOTAL MATERIALES				37.46
2.- MANO DE OBRA				
Especialista electricista.	hr	0.02	41.48	0.75
Ayudante 1ª de electricista.	hr	0.02	29.90	0.54
SUBTOTAL MANO DE OBRA				1.28
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			55.00%	0.71
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES			14.94%	0.30
TOTAL MANO DE OBRA				2.29
3.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
herramienta menor	hra	2	39.75	79.5
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA			5.00%	0.11
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS				79.61
4.- GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3			10.00%	11.94
TOTAL GASTOS GENERALES				11.94
5.- UTILIDAD				
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4			10.00%	11.94
TOTAL UTILIDAD				11.94
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5			3.09%	3.69
TOTAL IMPUESTOS				3.69
TOTAL PRECIO UNITARIO				146.92

Canalización subterránea de protección del cableado

Unitario M

Moneda bolivianos

	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.-	MATERIALES				
	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 63 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549, con hilo guía incorporado.	m	1	11.66	11.66
	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	pza	0.1	13.47	1.35
TOTAL MATERIALES					13.01
2.-	MANO DE OBRA				
	Especialista electricista.	hr	0.03	41.48	1.24
	Ayudante 1ª de electricista.	hr	0.02	29.90	0.72
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1.96
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				55.00%	1.08
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES				14.94%	0.45
TOTAL MANO DE OBRA					3.50
3.-	EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
	herramienta menor	hra	2	14.97	29.94
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA				5.00%	0.17
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS					30.11
4.-	GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				10.00%	4.66
TOTAL GASTOS GENERALES					4.66
5.-	UTILIDAD				
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4				10.00%	4.66
TOTAL UTILIDAD					4.66
6.-	IMPUESTOS				
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5				3.09%	1.44
TOTAL IMPUESTOS					1.44
TOTAL PRECIO UNITARIO					57.38

Farola con columna metálica

Unitario M

Moneda bolivianos

Descripción		Und.	Cantidad	Precio Productiv.	Costo Total
1.-	MATERIALES				
	Hormigón simple H21, para un ambiente no severo, tamaño máximo del agregado 20 mm, consistencia plástica, con un asentamiento de 10 a 15 cm, medido con el cono de Abrams, premezclado en planta, según CBH 87	m3	0.254	858.2	217.98
	Farola, modelo Rama "SANTA & COLE", de 4700 mm de altura, compuesta por columna cilíndrica de acero galvanizado pintado, de 127 mm de diámetro y 1 luminaria rectangular de poliamida, de 1163x200x98 mm, color gris, con óptica de alto rendimiento de aluminio anodizado y cierre de vidrio templado, para lámpara de vapor de sodio a alta presión HST-MF de 100 W, clase de protección I, grado de protección IP66, incluso placa base y pernos de anclaje.	pza	1	13598.2	13,598.2
	Lámpara de vapor de sodio a alta presión HST-MF de 100 W.	pza	1	341.57	341.57
TOTAL MATERIALES					14,157.7
2.-	MANO DE OBRA				
	Especialista electricista.	hr	0.62	42.46	26.24
	Ayudante 1ª de electricista.	hr	0.62	29.67	18.34
	Especialista de construcción	hr	0.37	41.31	15.33
	Ayudante 2ª de construcción.	hr	0.247	29.67	7.33
SUBTOTAL MANO DE OBRA					67.23
BENEFICIOS SOCIALES - % DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				55.00%	36.98
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO - % SUBTOT M.O.+ CARGAS SOCIALES				14.94%	15.57
TOTAL MANO DE OBRA					119.78
3.-	EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
	Camión con cesta elevadora de brazo articulado de 16 m de altura máxima de trabajo y 260 kg de carga máxima.	hra	0.22	118.88	26.1536
HERRAMIENTAS - % DEL TOTAL DE LA MANO DE OBRA				5.00%	5.99
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS					32.14
4.-	GASTOS GENERALES				
GASTOS GENERALES - % DE 1+2+3				10.00%	1,430.97
TOTAL GASTOS GENERALES					1,430.97

5.- UTILIDAD		
UTILIDAD - % DE 1+2+3 +4	10.00%	1,430.97
TOTAL UTILIDAD		1,430.97
6.- IMPUESTOS		
IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES - % DE 1+2+3+4+5	3.09%	442.17
TOTAL IMPUESTOS		442.17
TOTAL PRECIO UNITARIO		17,613.8

ANEXO 11
PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO 11
PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto por ítems y general de la obra tramo vial "diseño final de ciclo vía urbana zona distrito 11, 12 y 13"

1. PRESUPUESTO GENERAL PAVIMENTO FLEXIBLE ALTERNATIVA 1

En esta alternativa detallaremos el presupuesto general para un pavimento flexible con tratamiento superficial simple utilizando CAPA SUB BASE.

Tabla N° 1: Presupuesto general pavimento flexible alternativa 1

N° ítem	Descripción	Unidad	Precio unitario (Bs.)	Cantidad	Precio parcial (Bs.)
M01 - Obras preliminares					
1	Replanteo y control topográfico	km	4,879.22	5.3	25991.60
2	Limpieza de terreno y deshierbe	ha	6,225.28	0.15981	994.86
M02 - Movimiento de tierras					
3	Excavación clasificada s. semiduro	m ³	14.41	323.258	4658.15
4	Conformación de terraplén	m ³	17.65	1912.4	33753.86
M03 - Conformado paquete estructural pavimento flexible					
5	Conformación de capa sub base	m ³	101.94	1653.932	168601.83
6	Conformación de capa base	m ³	166.50	786.76	130995.54
7	Asfalto diluido para imprimación	m ²	9.11	7867.6	71673.84
8	Carpeta asfáltica e=5 cm.	m ³	1,266.76	393.38	498318.05
M04 - Demarcación de calzada pista ciclista					
9	Pintado de calzada (1.25) m. de ancho color azul (línea continua)	m ²	123.08	1656.25	203851.25
M05 - Mejoramiento y ampliación de acera					
10	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito)	m ²	62.03	712.5	44196.38
11	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m	158.13	550	86971.50
12	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m	6.76	475	3211.00
M06 - Instalación de islas refugio					
13	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m	158.13	201.88	31923.28

14	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) (m2)	m ²	62.03	316.84	19653.59
15	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m	6.76	316.84	2141.84
M07 – Ampliación de aceras tipo oreja					
16	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m	158.13	172.38	27258.45
17	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) (m2)	m ²	62.03	94.5	5861.84
18	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m	6.76	94.5	638.82
M08 - Señalización					
19	Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea doble continua)	m ²	123.08	249	30646.92
20	Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea borde continua)	m ²	123.08	733.8	90316.10
21	Pintado de calzada (0.15) m. de ancho amarilla (línea central segmentada)	m ²	123.08	632.1	77798.87
22	Pintado de calzada cruce de bicicletas (2) m. de ancho azul (línea continua)	m ²	123.08	250	30770.00
23	Demarcación símbolo de bicicleta color blanco	m ²	115.89	43	4983.27
24	Señales de prevención cuadrangular (60x60) cm.	pza	1,041.42	29	30201.18
25	Señales reglamentarias (0.60x0.90) m.	pza	1,347.62	7	9433.34
26	Señales informativas de localización (0.70*0.70) m.	pza	1,262.56	13	16413.28
M09 – Instalación de elementos de protección					
27	Postes delineadores flexibles viales de poliuretano	pza	222.75	92	20493.00
28	Tachón bidireccional reflectantes	pza	169.96	577	98066.92
M10 – Instalación de estacionamientos					
29	Estacionamiento para bicicletas tipo universal	pza	545.86	6	3275.16
M11 - Obras de arte menor					
30	Replanteo/control obras de arte menor	pza	418.97	4	1675.88

31	Excavación con maquinaria p/alcant- de paso y tubería de drenaje	m ³	121.33	73.2	8881.36
32	Relleno compactado manual- s/material de relleno	m ³	187.79	73.2	13746.23
33	Cama de arena para alcantarilla	m ²	128.89	3	386.67
34	H° C° p/alcantarillas de paso 50% pd dos. 1:2:3	m ³	795.66	1.2	954.79
35	Prov. y coloc. tubos de ARMCO d=450mm e=2mm	m	18.88	288	5437.44
36	Rejillas de piso	pza	290.01	2	580.02
M12 - Alumbrado urbano					
37	Toma de tierra de alumbrado público con pica	pza	1,641.75	5	8208.75
38	Conductor aislado de tierra de alumbrado público	m	146.92	1200	176304.00
39	Canalización subterránea de protección del cableado	m	57.38	1200	68856.00
40	Farola con columna metálica.	pza	17,613.77	125	2201721.25
M13 - Limpieza general de obra					
41	Limpieza general	glb	12,698.00	1	12698.00
COSTO TOTAL BOLIVIANOS Bs. 4272544.09					

Son bolivianos: cuatro millones doscientos setenta y dos mil quinientos cuarenta y cuatro 09/100
Fuente: Elaboración propia.

2. PRESUPUESTO GENERAL PAVIMENTO FLEXIBLE ALTERNATIVA 2

En esta alternativa detallaremos el presupuesto general para un pavimento flexible con tratamiento superficial simple sin utilizar la CAPA SUB BASE.

Tabla N° 2: Presupuesto general pavimento flexible alternativa 2

N° Ítem	Descripción	Unidad	Precio unitario (Bs.)	Cantidad	Precio parcial (Bs.)
M01 - Obras preliminares					
1	Replanteo y control topográfico	km	4,879.22	5.3	25991.60
2	Limpieza de terreno y deshierbe	ha	6,225.28	0.15981	994.86
M02 - Movimiento de tierras					
3	Excavación clasificada s. semiduro	m ³	14.41	323.258	4658.15
4	Conformación de terraplén	m ³	17.65	1912.4	33753.86
M03 - Conformado paquete estructural pavimento flexible					
5	Conformación de capa base	m ³	166.50	2613.868	435209.02
6	Asfalto diluido para imprimación	m ²	9.11	7867.6	71673.84
7	Carpeta asfáltica e=5 cm.	m ³	1,266.76	393.38	498318.05
M04 - Demarcación de calzada pista ciclista					
8	Pintado de calzada (1.25) m. de Ancho color azul (línea continua)	m ²	123.08	1656.25	203851.25
M05 - Mejoramiento y ampliación de acera					
9	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito)	m ²	62.03	712.5	44196.38
10	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m	158.13	550	86971.50
11	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m	6.76	475	3211.00
M06 - Instalación de islas refugio					
12	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m	158.13	201.88	31923.28
13	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) (m2)	m ²	62.03	316.84	19653.59
14	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m	6.76	316.84	2141.84
M07 – Ampliación de aceras tipo oreja					
15	Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)	m	158.13	172.38	27258.45

16	Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) (m2)	m ²	62.03	94.5	5861.84
17	Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno) (m)	m	6.76	94.5	638.82
M08 - Señalización					
18	Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea doble continua)	m ²	123.08	249	30646.92
19	Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea borde continua)	m ²	123.08	733.8	90316.10
20	Pintado de calzada (0.15) m. de ancho amarilla (línea central segmentada)	m ²	123.08	632.1	77798.87
21	Pintado de calzada cruce de bicicletas (2) m. de ancho azul (línea continua)	m ²	123.08	250	30770.00
22	Demarcación símbolo de bicicleta color blanco	m ²	115.89	43	4983.27
23	Señales de prevención cuadrangular (60x60) cm.	pza	1,041.42	29	30201.18
24	Señales reglamentarias (0.60x0.90) m.	pza	1,347.62	7	9433.34
25	Señales informativas de localización (0.70*0.70) m.	pza	1,262.56	13	16413.28
M09 – Instalación de elementos de protección					
26	Postes delineadores flexibles viales de poliuretano	pza	222.75	92	20493.00
27	Tachón bidireccional reflectantes	pza	169.96	577	98066.92
M10 – Instalación de estacionamientos					
28	Estacionamiento para bicicletas tipo universal	pza	545.86	6	3275.16
M11 - Obras de arte menor					
29	Replanteo/control obras de arte menor	pza	418.97	4	1675.88
30	Excavación con maquinaria p/alcantarde paso y tubería de drenaje	m ³	121.33	73.2	8881.36
31	Relleno compactado manual-s/material de relleno	m ³	187.79	73.2	13746.23
32	Cama de arena para alcantarilla	m ²	128.89	3	386.67
33	H° C° P/Alcantarillas de paso 50% pd dos. 1:2:3	m ³	795.66	1.2	954.79
34	Provisión y colocado. tubos de ARMCO d=450mm e=2mm	m	18.88	288	5437.44

35	Rejillas de piso	pza	290.01	2	580.02
M12 - Alumbrado urbano					
37	Toma de tierra de alumbrado público con pica	pza	1,641.75	5	8208.75
38	Conductor aislado de tierra de alumbrado público	m	146.92	1200	176304.00
39	Canalización subterránea de protección del cableado	m	57.38	1200	68856.00
40	Farola con columna metálica.	pza	17,613.77	125	2201721.25
M13 - Limpieza general de obra					
41	Limpieza general	glb	12,698.00	1	12698.00
COSTO TOTAL BOLIVIANOS Bs.					4408155.75

Son bolivianos: Cuatro millones cuatrocientos ocho mil ciento cincuenta y cinco 75/100

Fuente: Elaboración propia.

Elección de alternativa:

Tabla N° 3: Comparación de presupuestos generales en dos alternativas de pavimento flexible con tratamiento simple.

Alternativas	Costo total en bolivianos (Bs)
Alternativa 1 (con capa sub base)	4272544.09 (bs.)
Alternativa 2 (sin capa sub base)	4408155.75 (bs.)

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 12
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ITEM N° 1. Replanteo y control topográfico

UNIDAD: km

Descripción del Ítem

Este ítem comprende todos los trabajos de replanteo, ubicación, alineamiento, trazado, control de cotas, control de pendientes, nivelación, etc., necesarios para la localización y la definición física en el terreno, en general y en detalle, del eje del camino, en estricta sujeción a los planos de construcción, documentos técnicos del contrato y/o las indicaciones del Supervisor.

Materiales, Herramientas y Equipos

El Contratista dispondrá y proveerá de todo el material propio de esta actividad necesario para la ejecución de los trabajos de replanteo del eje del camino, tales como: estacas, clavos, pinturas, tachuelas, cemento, etc. y todo aquello que considere necesario para la buena ejecución del trabajo y los deberá mantener a disposición del Supervisor mientras dure la ejecución del proyecto.

Todas las herramientas menores y el equipo topográfico necesario para las actividades de replanteo, deberán ser provistos en obra al momento de iniciar las actividades correspondientes al ítem y el Contratista proveerá todo el equipo necesario, tanto para el replanteo, trazado y nivelación del eje del camino, como para el mejoramiento de los puntos de referencia de planimetría y altimetría y garantizará la capacidad del personal dispuesto para la ejecución de los trabajos de replanteo.

El Contratista deberá mantener en obra, en forma permanente y mientras duren los trabajos de ejecución, los equipos y herramientas que sean necesarios para este trabajo, poniéndolos a disposición del Supervisor, cuando éste así lo requiera.

Método de Ejecución

El replanteo se realizará con estación total, nivel de ingeniero y cualquier otro equipo especializado sugerido por el contratista, previa aprobación del supervisor.

Para iniciar este trabajo se basará en puntos fijos tales como los BM's y los PI's existentes que está indicados en los planos vista en planta y han servido para la elaboración del

proyecto. Se indicarán estacas de acuerdo a la situación así se lo requiera y sea conveniente en correspondencia con el eje del proyecto y sus respectivos bordes, además de tomarse todas las mediciones que se necesiten, previa aprobación del supervisor de obra.

El contratista hará el replanteo de toda la obra, la localización general, alineamientos, elevaciones y niveles de trabajo que serán marcados en el terreno, para permitir en cualquier momento el control por parte del Supervisor. Las marcas de nivel, monumentos de levantamientos topográficos y trazos de construcción, serán cuidadosamente conservadas por el contratista.

Como quiera que el trabajo de replanteo sea de primordial importancia en el desarrollo posterior de los trabajos, el replanteo de cada sector de trabajo, deberá contar con la aprobación escrita en el libro de órdenes, del Supervisor con anterioridad a la iniciación de cualquier trabajo.

Una vez aprobado el replanteo los trabajos como excavaciones deberán ejecutarse con un control permanente de niveles anchos de zanja, secciones, etc. a fin de evitar sobre excavaciones innecesarias hasta llegar a las cotas establecidas en los planos.

Finalmente se verificarán las cotas superior e inferior y las gradientes requeridas, este aspecto deberá ser aprobado por escrito por el Supervisor previo a cualquier trabajo posterior.

El Supervisor realizará el control permanente de todas las operaciones de replanteo a cargo del Contratista y absolverá cualquier duda que surgiera durante estos trabajos, asimismo, se efectuarán controles posteriores de obra sin necesidad de aviso previo para determinar el correcto seguimiento de los niveles, pendientes y dimensiones que indican los planos y los documentos del contrato.

Medición

El ítem se medirá por kilómetro lineal replanteado o considerándose las distancias que hayan trabajado para localizar el punto de partida.

Formas de Pago

Los trabajos realizados tal como lo prescriben las especificaciones técnicas, aprobadas por el Supervisor de Obras, medidos de acuerdo en el punto anterior, serán pagados a los precios unitarios de la Propuesta Económica aceptada, y serán en compensación total por

todos los materiales, herramientas, equipo, mano de obra y otros gastos directos o indirectos que incidan en su costo.

ITEM N° 2. Limpieza – desbroce y destronque

UNIDAD: Ha

Descripción del Ítem

Este ítem consistirá en el desbroce, el destronque y la limpieza necesarios para ejecutar la obra amparada por el CONTRATO, de acuerdo con las presentes Especificaciones.

Las zonas a desbrozar, destroncar y limpiar, deberán ser áreas indicadas en los planos, en las Especificaciones Técnicas, y/o ordenadas por la SUPERVISIÓN dentro de los límites del derecho de vía.

El desbroce y destronque consistirá en el corte y remoción de toda la vegetación constituida por arbustos o árboles, cualquiera sea su densidad.

El destronque y limpieza, consistirá en la excavación de la capa vegetal (espesor promedio de 20cm) y total remoción de troncos, raíces, o cualquier otro material objetable, incluyendo las capas de suelos orgánicos a la profundidad indicada por la SUPERVISIÓN. Estos trabajos también serán realizados en ciertas zonas fuera del derecho de vía, tales como áreas de ubicación de canales y zanjas, préstamos y fuentes de material indicados en los planos o designados por la SUPERVISIÓN.

En sectores donde la presencia de arbustos y/o árboles, que por su pequeña cantidad no perjudiquen a los trabajos de construcción y al futuro desempeño de la carretera, a exclusivo criterio de la SUPERVISIÓN, no serán objeto de desbosque y destronque.

Materiales, Herramientas y Equipo

Todos los materiales, herramientas y equipos que sean necesarios para la buena ejecución de la actividad, será proporcionada por el contratista, la misma que deberá ser verificada y aprobada por el supervisor.

Entre las herramientas y equipo a utilizar comprenden las siguientes: Tractor Oruga D8 o D-7, machetes, picotas, palas, carretillas, azadones, rastrillos y otras herramientas adecuadas para la labor de limpieza y traslado de los restos resultantes de la ejecución de este ítem hasta los lugares determinados por el Supervisor de Obra. etc.

Método de Ejecución

La limpieza, desbroce, extracción de arbustos y remoción de restos se efectuará de tal manera de dejar expedita el área para la construcción.

Seguidamente se procederá a la eliminación de los restos, depositándolos en el lugar determinado por el Supervisor de Obra, aun cuando estuvieran fuera de los límites de la obra, para su posterior transporte a los botaderos establecidos para el efecto por las autoridades locales.

Medición

El trabajo de limpieza, desbroce y destronque del terreno será medido en hectáreas, de acuerdo a lo establecido en el formulario de presentación de propuestas, considerando solamente la superficie neta del terreno limpiado, que fue autorizado y aprobado por el supervisor.

Formas de Pago

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado al precio unitario de la propuesta aceptada.

ITEM N° 3. Excavación con maquinaria

UNIDAD: m³

Descripción del Ítem:

Este ítem comprende todas las excavaciones para el camino vial de los ciclistas, específicamente el tramo 4 (pasaje Narváez) donde requiere la nivelación de la base.

Cubre la excavación, remoción y recolección satisfactoria de todos los materiales dentro de los límites requeridos de la obra hasta llegar a nivel de la base de las estructuras, de acuerdo con lo dispuesto por estas especificaciones y en conformidad con las dimensiones, cotas secciones indicadas en los planos y según las líneas y gradientes ordenadas por el Supervisor.

Todo material sacado de la excavación y que sea utilizable, se usará para relleno para la formación de terraplenes indicados en los planos y en los lugares de depósito autorizados por el supervisor.

Cortes

Los cortes son segmentos de carretera, cuya ejecución requiere la excavación del material que constituye el terreno natural, a lo largo del eje y de acuerdo a los alineamientos, pendientes y dimensiones del diseño.

Materiales, Herramientas y Equipo:

El Contratista elegirá, la capacidad y naturaleza del equipo y herramientas más adecuada a utilizarse para realizar la excavación, en un período de tiempo. El Contratista presentará para su aprobación al Ingeniero Supervisor, una relación detallada del equipo y herramientas a utilizarse.

Método de Ejecución:

- La excavación de los cortes será ejecutada de acuerdo a los planos o planillas de construcción, que serán entregados oportunamente por la SUPERVISIÓN.
- La excavación de cortes será autorizada previa aprobación de los trabajos de desbroce, destronque y limpieza.
- Las operaciones de excavación se ejecutarán previendo la utilización adecuada y/o el depósito de los materiales no utilizados, en los lugares aprobados por la SUPERVISIÓN. Solamente serán transportados para la construcción de terraplenes los

materiales que por sus características sean compatibles con las Especificaciones del diseño.

- Constatada la conveniencia técnica y económica de la reserva de materiales de buena calidad, provenientes de la excavación de cortes, para la construcción de capas superiores de la plataforma, la SUPERVISIÓN podrá ordenar por escrito el acopio de los referidos materiales para su oportuna utilización.
- La excavación deberá alcanzar capas de suelos adecuados para la fundación de los terraplenes, a exclusivo criterio de la SUPERVISIÓN.
- Deberán ser previamente aprobados por la SUPERVISIÓN los métodos constructivos y la programación de todas las actividades ligadas a la excavación, incluyendo la preparación de los accesos, transporte, depósito de material excavado, drenado, bombeo, etc.
- Ninguna excavación comenzará hasta que el Supervisor haya tomado las medidas de elevación transversal y las medidas del terreno y haya colocado las estacas correspondientes. Todos los materiales de cualquier clase que fuesen, se quitarán y se dispondrá de ellos según se ordene.
- Los daños ocasionados por falta de precaución a las instalaciones de agua potable, serán de exclusiva responsabilidad del contratista, así como los costos de reparación.

Medición

Se determinará el volumen de excavación realizado, que corresponderá al número de metros cúbicos medidos en su posición original. Las cantidades a pagar se computarán según las líneas netas marcadas por estacas, por el método del promedio de áreas, de los materiales aceptablemente excavados y desmontados según estas especificaciones y lo señalado por los planos de contrato y aprobados por el Supervisor de obra.

Forma de Pago

Este ítem ejecutado de acuerdo con los planos y la presente especificación, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor, se cancelará por metro cúbico (M3), de acuerdo a lo establecido en los precios unitarios de la propuesta aceptada.

Estos precios serán la compensación total por el equipo, materiales, herramientas, mano de obra, imprevista e imprevista que en forma directa o indirecta tengan incidencia en los costos de su ejecución.

ITEM N° 4. Conformación de terraplén

UNIDAD: m³

Descripción del Ítem

Este ítem comprende todos los trabajos para la conformación de terraplenes, utilizando los materiales aptos provenientes de préstamos laterales y lugares de corte estipulados en el proyecto o de los bancos de préstamo aprobados por el Supervisor y debidamente compactados.

Cuando para la formación de los terraplenes se disponga de suelos de distinta calidad, los 0.30 m superiores de los mismos deberán estar formados con los suelos de mejor calidad y seleccionados.

Materiales, Herramientas y Equipos

La ejecución de terraplenes deberá prever la utilización del equipo apropiado para obtener terraplenes bien compactos y que tenga la capacidad para cumplir con los volúmenes de la obra a ser ejecutada en el plazo propuesto por el contratista, el contratista presentará una relación detallada, maquinaria de construcción y herramientas a utilizar en el proyecto, para su aprobación por el Ingeniero Supervisor.

El Contratista dispondrá y proveerá de todo el material que considere necesario para la buena ejecución de esta actividad.

Equipo a utilizarse: Arado de Discos, Compactadora Rodillo Neumático, Compactadora Pata de Cabra, Motoniveladora, Tractor Agrícola, Camión Cisterna, Volqueta de 12m³.

Método de Ejecución

El contratista deberá informar con anticipación del Supervisor, la fecha de la iniciación de los trabajos de relleno y compactación. Efectuadas las operaciones de desbroce, destronque y limpieza del terreno.

La construcción del terraplén se efectuará distribuyendo el material en capas horizontales de espesor suelto no mayor de 0,20 m. Donde no se especifique compactación especial, el terraplén será construido en capas horizontales de espesor suelto no mayor de 0,30 m. excepto el caso en que se empleen rocas. En todos los casos las capas serán de espesor uniforme y cubrirán el ancho total que les corresponda en el terraplén terminado y deberán uniformarse con niveladoras, tapadores u otro equipo aprobado.

Se distribuirá el suelo en capas horizontales de espesor de suelo no superior a 0,20m. En todos los casos las capas serán de espesor uniforme y en lo posible de suelo homogéneo y cubriendo el ancho total del que le corresponda, cuidando que en todo tiempo tenga asegurado su desagüe los que deberán uniformarse con niveladoras, topadoras u otro equipo, y compactadas adecuadamente, debiendo ser previamente aprobado por el Supervisor.

No se permitirá incorporar al terraplén suelo con un contenido excesivo de humedad, considerándose como tal que este sea igual al límite plástico del suelo.

No se permitirá el desparramo de los suelos que se presentan en forma de panes o terrones, debiéndose roturar los mismos por medio de rastra, rodillos u otros implementos aprobados por el Supervisor.

Una vez esparcido el suelo se procederá a compactar con el rodillo liso elegido según el tipo de material; el mismo que deberá ser aprobado por el Supervisor, cuidando que durante este proceso el contenido de humedad sea óptimo.

Constatado que los suelos han sido compactados con humedad que no sea la correcta, del Supervisor dispondrá el escarificado de la capa, su regado y la repetición del proceso constructivo a exclusivo cargo del contratista.

Todas las alcantarillas y badenes deberán quedar perfectamente terminados antes que se inicien la construcción de terraplenes, si no se hallaran terminados deberán dejarse sin terraplenar en la longitud que fije el Supervisor.

En los accesos a alcantarillas el suelo será compactado, con sumo cuidado empleando al efecto los medios adecuados ya sean mecánicos o manualmente aprobados por el Supervisor hasta alcanzar compactaciones como mínimo 90% para suelos con $IP > 6$ y 95% para suelos con $IP < 6$, respecto a la densidad máxima seca obtenida por el ensayo AASHTO T-180 (un ensayo de compactación para determinar la densidad máxima según el método de AASHTO-180 será para cada $1000m^3$).

Medición

El terraplén se medirá en metros cúbicos del material suministrado, colocado, compactado y aceptado según los requisitos de esta sección y de acuerdo a las medidas teóricas que aparecen en los planos.

La conformación de plataformas se medirá por metro cúbico compactado y construido.

Formas de Pago

Los trabajos ejecutados de acuerdo a lo especificado y medidas según el acápite anterior, serán por metro cúbico, al precio unitario de la propuesta aceptada.

Este pago es la compensación total por todos los gastos de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, beneficios sociales, etc. y otros concernientes a la ejecución de este ítem.

ITEM N° 5. Conformación de sub base clasificada estabilizada granulométricamente

UNIDAD: m³

Descripción del Ítem

Esta especificación se aplica a la ejecución de sub-bases granulares constituidas de capas de suelo natural, mezclas de suelos naturales con gravas naturales o con agregados triturados o productos totales de materiales triturados, en conformidad con los espesores, alineamientos y sección transversal indicados en el diseño u ordenados por LA SUPERVISIÓN.

Se aplica también al relleno de la excavación debajo de la cota de la subrasante en los cortes en roca, cerrados, en espesor mínimo de 30 cm. correspondientes a la carpeta drenante.

Materiales, Herramientas y Equipos

Los materiales a ser empleados en la sub-base deben presentar un índice de soporte de California (CBR) igual o mayor a 30% y una expansión máxima de 2 %, siendo estos índices determinados por el ensayo AASHTO T-193 con la energía de compactación del ensayo AASHTO T-180-D y para la densidad seca correspondiente al 100 % de la máxima determinada en este ensayo.

La sub-base será efectuada con materiales que cumplan con una de las siguientes granulometrías:

Tabla N° 1: Gradaciones para materiales de sub-base

Porcentajes por peso del material que pasa por tamices con malla cuadrada según AASHTO T-11 y T-27.

Tamiz	Tipo de gradación		
	A	B	C
3"	100		
2"	-	100	
1 1/2"	-	-	100
1"	-	-	-
3/4"	-	-	-
3/8"	-	-	-
No. 4	15-45	20-50	25-55
No. 10	-	-	-
No. 40	-	-	-
No. 200	0-10	0-10	0-10

Fuente: AASHTO T-11 y T-27

Cuando por motivos de orden económico de disponibilidad de materiales, el CBR mínimo indicado no es obtenido, las Disposiciones Especiales o LA SUPERVISIÓN podrán indicar una energía de compactación mayor del ensayo arriba indicado; si aun así el valor no es alcanzado, éste podrá ser reducido hasta el mínimo de 20%, con la correspondiente revisión del diseño del pavimento.

El material de sub-base, deberá presentar un diámetro máximo igual o menor a 7.5 cm., y un porcentaje máximo del 10%, en peso de las partículas que pasen por el tamiz No. 200. Un mínimo de 4% en peso de las partículas, deberá pasar por el tamiz No. 200, cuando el material no presente plasticidad. Si el material presentara plasticidad, este porcentaje, será por lo menos de un 2%.

El coeficiente de uniformidad del material, deberá ser mayor a 10 ($D_{60}/D_{10} > 10$).

LA SUPERVISIÓN podrá aprobar otras granulometrías, siempre que éstas estén justificadas y que hayan sido comprobadas con éxito en obras similares y sean compatibles con la totalidad de la estructura del pavimento.

El agregado retenido en el tamiz No. 10 debe estar constituido por partículas duras y durables, exentas de fragmentos blandos, alargados o laminados, así como de materiales orgánicos, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales.

El material para sub-base no deberá presentar índice de plasticidad mayor que 6 (IP menor o igual a 6) y el límite líquido mayor que 25 (LL menor o igual a 25). Podrá admitirse un IP menor o igual a 8, siempre que la equivalente arena sea mayor que 20.

Las fuentes de explotación de estos materiales, serán aquellas indicadas en el diseño. LA SUPERVISIÓN podrá indicar o aprobar otras fuentes a su criterio. La responsabilidad de la disponibilidad, en cuanto a cantidad y calidad de los materiales, es del CONTRATISTA, quien tendrá a su cargo la obtención de los materiales necesarios en conformidad con las características especificadas.

El material para relleno de la excavación debajo de la cota de la subrasante en cortes en roca deberá satisfacer las características exigidas para la carpeta drenante para cortes en roca (Especificación ET-13).

Equipo

Se requieren los siguientes tipos de equipo, en excelentes condiciones de operación, para la ejecución de la sub-base:

- Planta trituradora seleccionadora o dosificadora, según el caso si es necesario.
- Equipo de extracción y transporte.
- Motoniveladora pesada con escarificador.
- Camión tanque distribuidor de agua.
- Rodillos compactadores lisos vibratorios, neumáticos y rodillos de grillas.
- Arado de disco.
- Azadas rotativas, si es necesario.

Además, podrá ser utilizado otro equipo aceptado previamente por LA SUPERVISIÓN.

Ejecución.

Comprende las operaciones de producción, distribución, mezcla y pulverización, humedecimiento o desecación, compactación y acabado, de los materiales transportados del yacimiento, realizadas sobre la subrasante debidamente regularizada y aprobada por LA SUPERVISIÓN en el ancho establecido, en cantidades que permitan llegar al espesor diseñado luego de su compactación. En el caso de utilización de plantas trituradoras y

dosificadoras, se deberá agregar en estas instalaciones el agua necesaria para obtener la humedad de compactación.

Cuando hubiera necesidad de ejecutar capas de sub-base con espesor final superior a 22 cm., éstas serán subdivididas en capas parciales que no excedan de 20 cm. El espesor mínimo de cualquier capa de sub-base será de 10 cm. después de su compactación.

Las densidades de la capa acabada deberán ser como mínimo de 100% de la densidad máxima determinada según el ensayo AASHTO T-180-D, el contenido de humedad deberá variar como máximo entre $\pm 2\%$ de la humedad óptima obtenida en el ensayo anterior.

Conforme lo mencionado en el inciso 2, el grado de compactación podrá ser aumentado por las Disposiciones Especiales o por LA SUPERVISIÓN, cuando sea necesario para satisfacer el CBR mínimo especificado.

El desbroce, desbosque, destronque y limpieza de los yacimientos, para provisión de materiales para sub-base, deberán ser ejecutados cuidadosamente de tal manera que se evite la contaminación del material aprobado, así como con desperdicios del mismo.

El material será esparcido sobre la capa inferior aprobada de modo que se evite la segregación, y en cantidad tal que permita obtener el espesor programado después de su compactación.

El material transportado hasta la plataforma deberá ser inmediatamente esparcido para evitar la concentración del tráfico sobre fajas limitadas de la capa inferior.

Se prevé la utilización de gravas naturales que cumplan con las especificaciones. Cuando por motivos de orden técnico o económico, para mejor aprovechamiento de los yacimientos y de instalaciones, se podrá triturar el todo o parte de los materiales granulares, siempre con la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

Las mezclas de suelos, arenas, agregados triturados y/o gravas naturales para encuadrarlas dentro de las especificaciones, deberán ser dosificadas en una planta. Los materiales granulares naturales también deberán ser seleccionados y dosificados en planta, cuando sea necesario para atender los requerimientos de las especificaciones.

Control por la supervisión.

Control tecnológico.

Serán ejecutados los siguientes ensayos:

- Un ensayo de compactación para la determinación de la densidad máxima según el método AASHTO T-180-D, con un espaciamiento máximo de 100 m. lineales, con las muestras recogidas en puntos que obedezcan siempre el orden: borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, borde derecho, etc. a 60 cm. del borde.
- Determinación de la densidad en sitio cada 100 m. lineales en los puntos donde fueran obtenidas las muestras para los ensayos de compactación.
- Determinación del contenido de humedad cada 100 m. lineales inmediatamente antes de la compactación.
- Ensayos de granulometría, de límite líquido y límite plástico según los métodos AASHTO T-27, AASHTO T-89 y AASHTO T-90 respectivamente, con espaciamiento máximo de 150 m. lineales.
- Un ensayo del índice de Soporte California (CBR), conforme el método AASHTO T-193, con la energía de compactación del ensayo AASHTO T-180-D, con un espaciamiento máximo de 300 m. lineales.

El número de los ensayos mencionados en los ítems "a", "d" y "e" podrán ser reducidos, siempre que, a exclusivo criterio de LA SUPERVISIÓN, se verifique una homogeneidad del material en el lugar de aplicación y que la ejecución sea uniformizada y controlada. Para la aceptación, serán considerados los valores individuales de los resultados de los ensayos.

Control geométrico.

Serán ejecutados los siguientes ensayos:

- Un ensayo de compactación para la determinación de la densidad máxima según el método AASHTO T-180-D, con un espaciamiento máximo de 100 m. lineales, con las muestras recogidas en puntos que obedezcan siempre el orden: borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, borde derecho, etc. a 60 cm. del borde.
- Determinación de la densidad en sitio cada 100 m. lineales en los puntos donde fueran obtenidas las muestras para los ensayos de compactación.
- Determinación del contenido de humedad cada 100 m. lineales inmediatamente antes de la compactación.

- Ensayos de granulometría, de límite líquido y límite plástico según los métodos AASHTO T-27, AASHTO T-89 y AASHTO T-90 respectivamente, con espaciamiento máximo de 150 m. lineales.
- Un ensayo del índice de Soporte California (CBR), conforme el método AASHTO T-193, con la energía de compactación del ensayo AASHTO T-180-D, con un espaciamiento máximo de 300 m. lineales.

El número de los ensayos mencionados en los ítems "a", "d" y "e" podrán ser reducidos, siempre que, a exclusivo criterio de LA SUPERVISIÓN, se verifique una homogeneidad del material en el lugar de aplicación y que la ejecución sea uniformizada y controlada.

Para la aceptación, serán considerados los valores individuales de los resultados de los ensayos.

Medición.

El volumen de sub-base o del relleno del rebajamiento de los cortes en roca será medido en metros cúbicos de material compactado y aceptado de acuerdo a la sección transversal del diseño.

En el cálculo de los volúmenes, con sujeción a las tolerancias especificadas, se considerará el espesor medio (em.) calculado como la media aritmética de los espesores medidos; si (em.) fuera inferior al espesor del diseño (ed.), se considerará el valor de (em.); si (em.) fuera superior al espesor del diseño (ed.) se considerará este último valor (ed.).

El transporte de materiales para ejecución de la sub-base o del relleno del rebajamiento de los cortes en roca será medido en metros cúbicos por kilómetro, calculado por el producto de los valores determinados de la siguiente forma:

- a) El volumen de metros cúbicos será el medido conforme al ítem 6.1 anterior.
- b) La distancia de transporte será medida en proyección horizontal, en kilómetros, a lo largo del trayecto seguido por el equipo de transporte entre el centro de gravedad del yacimiento y del lugar de aplicación. El referido trayecto será el definido por LA SUPERVISIÓN. Será definida una única distancia media de transporte por cada yacimiento.

En los casos en que así se establezca en las Disposiciones Especiales, el transporte no será medido para propósito de pago

Pago.

Los trabajos de construcción de la capa de sub-base o del relleno del rebajamiento de los cortes en roca, medidos en conformidad al inciso 6, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de Pago definidos y presentados en los Formularios de Propuesta.

Dichos precios incluyen las operaciones de desbroce, desbosque, destronque y limpieza del yacimiento, trituración, dosificación o selección, caso sea necesario, excavación, carga, distribución, mezcla, pulverización, humedecimiento o desecación, compactación y acabado.

Asimismo, incluirá la construcción y mantenimiento de los caminos de servicios para ejecutar los trabajos descritos en esta Especificación.

El transporte de los materiales de capa sub-base o del relleno del rebajamiento de los cortes en roca será pagado dentro del ítem correspondiente.

En los casos referidos en el inciso 6.3 no se efectuará pago separado de transporte, estando éste incluido en el costo unitario de ejecución de la capa de sub-base o del relleno del rebajamiento de los cortes en roca.

ITEM N° 6. Conformación de base triturada clasificada

UNIDAD: m³

Descripción del Ítem

Este trabajo consistirá en la ejecución de una capa de suelos o gravas naturales, mezcla de suelos y/o gravas con agregados triturados o materiales totalmente triturados según lo exija el diseño, estas Especificaciones u otros Documentos de Licitación, en conformidad con los espesores, alineamientos y sección transversal indicados en el diseño u ordenados por LA SUPERVISIÓN.

Materiales.

La base será ejecutada con materiales que cumplen los siguientes requisitos:

- a) Deberán poseer una composición granulométrica encuadrada en una de las columnas de la siguiente tabla:

Tabla N° 2: Gradaciones para materiales de capa base

Porcentajes por peso del material que pasa por tamices con malla cuadrada según AASHTO M-147-65:

Tipo de gradación									
Tamiz	A			B			C		
2"	100			100					
1"	-	-	-	75	-	95	100		
3/8"	30	-	65	40	-	75	95	-	85
No. 4	25	-	55	30	-	60	35	-	65
No. 10	15	-	40	20	-	45	25	-	50
No. 40	8	-	20	15	-	30	15	-	30
No. 200	2	-	8	5	-	20	5	-	15

- b) La fracción que pasa el tamiz No., 40 deberá tener un límite líquido inferior o igual a 25% y un índice de plasticidad inferior o igual a 6%. Pasando de este límite, hasta 8 como máximo, el equivalente de arena deberá ser mayor que 30%.
- c) El porcentaje del material que pasa el tamiz No. 200 no debe exceder a 2/3 del porcentaje que pasa el tamiz No. 40.

- d) El índice de Soporte de California no deberá ser inferior a 80% y la expansión máxima será de 1%, cuando sean determinados con la energía de compactación del ensayo AASHTO T-180-D.
- e) El agregado retenido en el tamiz No. 10 debe estar constituido de partículas duras y durables, exentas de fragmentos blandos, alargados o laminados y exentas de materia vegetal, terrones de arcilla u otra sustancia perjudicial. Los agregados gruesos deberán tener un desgaste no superior a 40% a 500 revoluciones según lo determine el ensayo AASHTO T-96.

Equipo.

Se requiere el siguiente equipo, en excelentes condiciones de operación, para la ejecución de la base:

- a) Planta trituradora, dosificadora o seleccionadora según el caso.
- b) Equipo de extracción, carga y transporte.
- c) Distribuidor autopropulsado.
- d) Motoniveladora pesada con escarificador.
- e) Camión tanque distribuidor de agua.
- f) Rodillos compactadores tipo liso-vibratorio y neumático.
- g) Arado de discos.
- h) Azadas rotativas, si es necesario.

Además del equipo indicado, podrá utilizarse otro tipo de equipo aceptado por LA SUPERVISIÓN.

Ejecución.

Comprende las operaciones de producción, distribución, mezclado y pulverización, humedecimiento o desecación, compactación y acabado, de los materiales transportados del yacimiento o planta, colocados sobre una superficie debidamente preparada, aprobada por LA SUPERVISIÓN y en el ancho establecido, en cantidades que permitan llegar al espesor proyectado luego de su compactación.

Cuando hubiera necesidad de colocar capas de base con un espesor final superior a 22 cm., éstas serán subdivididas en capas parciales que no excedan de 22 cm. El espesor mínimo de cualquier capa base será de 10 cm. después de su compactación.

Las densidades de la capa acabada deberán ser como mínimo 100% de la densidad máxima determinada según el ensayo AASHTO T-180-D, y el contenido de humedad en la compactación deberá variar como máximo entre $\pm 2\%$ de la humedad óptima obtenida en el ensayo anterior.

El desbroce, desbosque, destronque y limpieza de los yacimientos deberá ser ejecutada cuidadosamente de tal manera que se evite la contaminación del material aprobado, así como con desperdicios del mismo.

El material será esparcido sobre la capa inferior aprobada de modo que se evite la segregación, y en cantidad tal que permita obtener el espesor programado después de su compactación.

El material transportado hasta la plataforma deberá ser inmediatamente esparcido para evitar la concentración de tráfico sobre fajas limitadas de la capa inferior.

Los materiales de las canteras deberán ser triturados totalmente, cuando no se trate de materiales granulares naturales determinados por las Disposiciones Especiales u ordenados por LA SUPERVISIÓN.

Las mezclas de suelos y/o gravas con agregados triturados o los productos totales de trituración para encuadrarlas en la faja granulométrica especificada en el diseño, deberán ser dosificadas en una planta que deberá tener como mínimo tres depósitos. Los materiales granulares naturales también deberán ser seleccionados y dosificados en planta, cuando sea necesario para atender los requerimientos de las Especificaciones.

En la planta deberá ser añadida el agua necesaria para que la mezcla llegue al lugar de su aplicación con un contenido de humedad dentro de las tolerancias establecidas para la compactación. El material será inmediatamente esparcido sobre la capa inferior mediante la utilización de un distribuidor adecuado.

El acopio de material de base sobre la plataforma sólo será permitido con autorización escrita de LA SUPERVISIÓN.

Controlo por la supervisión

Control tecnológico.

Serán ejecutados los siguientes ensayos:

- a) Un ensayo de compactación para la determinación de la densidad máxima por el método AASHTO T-180 D, con un espaciamiento máximo de 100 m. lineales con las

muestras recogidas en puntos que obedezcan siempre el orden: borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, etc., a 60 cm. del borde.

- b) Determinación de la densidad en sitio en los puntos donde fueran obtenidas las muestras para los ensayos de compactación. La densidad deberá alcanzar el 100% del ensayo AASHTO T-180-D.
 - c) Determinación del contenido de humedad cada 100 m. lineales inmediatamente antes de la compactación.
 - d) Ensayos de granulometría, de límite líquido y límite plástico según los métodos AASHTO T-27, AASHTO T-89 y AASHTO T-90 respectivamente, con espaciamiento máximo de 150 m. lineales.
 - e) Un ensayo del índice de Soporte de California (CBR) determinado con la energía de compactación AASHTO T-180-D, con un espaciamiento máximo de 300 m. lineales.
- El número de los ensayos mencionados en los ítems "a", "d" y "e", podrán ser reducidos, siempre que, a exclusivo criterio de LA SUPERVISIÓN, se verifique una homogeneidad del material en el lugar de aplicación y que la ejecución sea uniformizada y controlada. Para la aceptación, serán considerados los valores individuales de los resultados de los ensayos.

Controlo geométrico.

Después de la ejecución de la capa de base, se procederá a la nivelación del eje y los bordes, permitiéndose las siguientes tolerancias:

- a) Variación máxima en el ancho de más 10 cm., no admitiéndose variación en menos
- b) Variación máxima en el bombeo establecido de más 20%, no admitiéndose variación en menos
- c) Variación máxima de cotas para el eje y para los bordes de menos (-) 2 cm. con relación a las cotas de diseño.
- d) Variación máxima de más (+) 2 cm., no admitiéndose variación en menos (-), en el espesor de la capa con relación al espesor indicado en el diseño y/u Órdenes de Trabajo, medido como mínimo en un punto cada 100 m.

Medición.

El volumen de la base será medido en metros cúbicos de material transportado, compactado y aceptado de acuerdo a la sección transversal del diseño.

En el cálculo de los volúmenes, con sujeción a las tolerancias especificadas, se considerará el espesor medio (em.) calculado como la media aritmética de los espesores medidos; si (em.) fuera inferior al espesor del diseño (ed), se considerará el valor de (em.); si (em.) fuera superior al espesor del diseño se considerará este último valor (ed.).

El transporte de materiales para ejecución de la base o del relleno del rebajamiento de los cortes en roca será medido en metros cúbicos por kilómetro, calculado por el producto de los valores determinados de la siguiente forma:

- a) El volumen de metros cúbicos será el medido conforme al ítem 6.1 anterior.
- b) La distancia de transporte será medida en proyección horizontal, en kilómetros, a lo largo del trayecto seguido por el equipo de transporte entre el centro de gravedad del yacimiento y del lugar de aplicación. El referido trayecto será el definido por LA SUPERVISIÓN. Será definida una única distancia media de transporte por cada yacimiento.

En los casos en que así se establezca en las Disposiciones Especiales, el transporte no será medido para propósitos de pago.

Forma de Pago

Los trabajos de construcción de la capa base, medidos en conformidad al inciso 6, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de Pago definidos y presentados en los Formularios de Propuesta.

Dichos precios incluyen las operaciones de desbroce, desbosque, destronque y limpieza del yacimiento, trituración, dosificación o selección caso sea necesario, excavación, carga, distribución, mezcla, pulverización, humedecimiento o desecación, compactación y acabado.

Asimismo, incluirá la construcción y mantenimiento de los caminos de servicio y toda la mano de obra, equipo, herramientas e Imprevistos necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Especificación.

El transporte de los materiales de capa de base será pagado dentro del ítem correspondiente.

En los casos referidos en 6.3 no se efectuará pago separado de transporte, estando éste incluido en el costo unitario de ejecución de la capa base o del relleno del rebajamiento de los cortes en roca.

ITEM N° 7. Imprimación bituminosa ejecución

UNIDAD: m²

Suministro de asfalto diluido para imprimación

Descripción

La imprimación consiste en la aplicación de una capa de material bituminoso sobre la superficie de una base o sub-base concluida, antes de la ejecución de cualquier revestimiento bituminoso, con el objeto de:

- a) Aumentar la cohesión de la superficie de la capa sobre la cual es aplicada, por la penetración del material bituminoso.
- b) Promover la adherencia entre la base y el revestimiento.
- c) Impermeabilizar la superficie de la capa sobre la cual es aplicada.

Materiales

Materiales Bituminosos

Todos los materiales bituminosos deben satisfacer las exigencias de las especificaciones a continuación detalladas:

- Cemento asfáltico: AASHTO M-20
- Material asfáltico líquido de curado lento: AASHTO M-141
- Asfaltos diluidos de curado medio: AASHTO M-82
- Asfaltos diluidos de curado rápido: AASHTO M-81

Los tipos de material a emplear en la imprimación podrán ser los siguientes:

- Material asfáltico líquido curado lento: SC-70, SC-250
- Asfaltos diluidos de curado mediano: MC-30, MC-70
- Asfaltos diluidos de curado rápido: RC-250

El régimen de aplicación será aquel que permita en 24 horas la absorción del material bituminoso por la capa sobre la cual es aplicada, debiendo ser determinado experimentalmente en la obra. La cantidad del material aplicado varía de 0.8 a 1.60 Lt/m², conforme al tipo y textura de la base y del material bituminoso elegido.

Los materiales bituminosos para sus distintas aplicaciones deberán ser empleados dentro los límites de temperatura que se indican a continuación:

Tabla N° 3: Temperatura de aplicación

Tipo y calidad del material	Límites de temperaturas	
-----------------------------	-------------------------	--

	Mín. (1 C.)	Máx. (C.)
MC-30	21.11	62.78
RC-MC-SC-70	40.56	85.00
RC-MC-SC-250	60.00	105.50
RC-MC-SC-800	79.44	130.00
RC-MC-SC-3.000	101.11	154.40
Todas las Emulsiones	10.00	60.00
Todas las calidades de Cemento asfáltico	-	176.70
RT-1-2-3	15.56	54.44
RT-4-5-6	29.44	65.56
RT-7-8-9	65.56	107.00
RT-10-11-12	79.44	120.00
RTCB-5-6	15.56	48.89

Materiales de secado

Estos materiales consistirán de arena limpia que no deberá contener más del 2% de humedad. Además, deberá pasar el 100% por el tamiz No.4 y de 0 a 2% por el tamiz No.200.

El agregado para el material secador deberá satisfacer los requisitos de graduación AASHTO M-43, tamaño No 10. El agregado deberá estar exento de cualquier material orgánico o deletéreo.

Equipo

Todo el equipo será examinado por LA SUPERVISIÓN, antes de iniciarse la imprimación, debiendo estar de acuerdo con esta Especificación para que sea dada la orden de iniciación de los servicios.

Para el barrido de la superficie a imprimir, se usará de preferencia barredoras mecánicas rotativas, pudiendo ocasionalmente realizarse a mano previa autorización de LA SUPERVISIÓN. También podrá utilizarse un soplador de aire comprimido.

La distribución del ligante deberá realizarse mediante carros distribuidores equipados con bomba reguladora de presión y un sistema completo de calentamiento, que permitan la aplicación del material bituminoso en cantidades uniformes.

Las barras de distribución deben ser del tipo de circulación total, con dispositivos que permitan ajustes verticales y anchos variables de esparcimiento del ligante.

Los carros distribuidores deben disponer de tacómetro, calibradores y termómetros en lugares de fácil observación y además de un esparcidor manual, para el tratamiento de pequeñas superficies y correcciones localizadas. El depósito de material bituminoso debe estar equipado de un dispositivo que permita el calentamiento adecuado y uniforme del ligante.

Ejecución

La imprimación sólo podrá ser ejecutada cuando la parte inferior de la capa a imprimir estuviese con humedad no mayor que la humedad óptima + 2%.

Después de la perfecta conformación geométrica de la superficie a imprimir, se procederá al barrido de la misma con objeto de eliminar el polvo y el material suelto existentes.

Luego se aplicará el material bituminoso aprobado, a la temperatura compatible con el tipo a utilizarse, en las cantidades ordenadas y de la manera más uniforme. El material bituminoso no deberá aplicarse cuando la temperatura ambiental estuviera por debajo de 10°C, salvo una autorización por escrito de LA SUPERVISIÓN, o en días lluviosos o cuando exista inminencia de lluvia.

La temperatura de aplicación del material bituminoso debe ser fijada para cada tipo de ligante, en función de la relación temperatura-viscosidad. Debe elegirse una temperatura que proporcione una mejor viscosidad para el riego.

En lo posible, la capa de imprimación deberá aplicarse a todo el ancho o en fajas de la mitad del ancho especificado en el diseño o indicado por LA SUPERVISIÓN. Cuando se aplique en dos o más fajas, deberá haber una ligera superposición del material bituminoso a lo largo de los bordes adyacentes de las fajas.

No se permitirá el tránsito sobre la superficie imprimada a no ser con autorización por escrito de LA SUPERVISIÓN y sólo cuando el material bituminoso haya penetrado, estuviese seco y no hay riesgo de desprendimiento por la acción del tránsito.

Sí fuera necesario se podrá autorizar el tránsito antes del tiempo indicado, pero en ningún caso sin haber transcurrido por lo menos 8 horas después del riego. En este caso se aplicará el material de secado según lo ordene LA SUPERVISIÓN y entonces el tránsito podrá autorizarse en las fajas así tratadas.

El material de secado se distribuirá desde camiones en tal forma que ninguna de las ruedas de éstos pase sobre el material bituminoso húmedo no cubierto aún por la secante.

Con el fin de detectar puntos localizados, con eventuales problemas en la capa base, y/o en la propia imprimación, LA SUPERVISIÓN podrá autorizar o recomendar la apertura al tráfico de la base imprimada. En estos casos, la ejecución de etapas posteriores de trabajos, solo será permitida después de la corrección de los problemas o fallas detectadas, que sean necesarias realizar en la capa base y/o en la imprimación. Estas correcciones eventuales, provocadas por fallas en la ejecución, serán de exclusiva responsabilidad del CONTRATISTA, el mismo que correrá con todos los gastos emergentes de estas correcciones.

Cuando se coloque el material de secado sobre una faja del camino, adyacente a otra parte del mismo, que todavía debe ser tratada, se deberá dejar sin cubrir una franja de un ancho de por lo menos 20 cm. a lo largo de la parte no tratada y en caso de que esta disposición no haya sido cumplida, se deberá eliminar ese material de secado cuando se prepare la segunda faja para el riego correspondiente, con el fin de obtener una superposición del material bituminoso en las uniones de las distintas fajas sometidas al tratamiento.

A fin de evitar una superposición o exceso en los puntos inicial y final de las aplicaciones se deberá colocar papel de edificación, transversalmente al camino, de modo que el principio y el final de cada aplicación del material bituminoso se sitúen sobre dichas cubiertas, las cuales serán retiradas seguidamente. Cualquier falla en la aplicación del material bituminoso debe ser inmediatamente corregida. En el momento de la aplicación del material bituminoso, la superficie debe encontrarse ligeramente húmeda.

El CONTRATISTA deberá mantener la superficie imprimada durante un plazo no menor a 3 días y no mayor a 7 días antes de cubrirla con el revestimiento.

Control por la supervisión

Control de calidad

El material bituminoso deberá examinarse en laboratorio, obedeciendo la metodología y las especificaciones pertinentes.

El control sobre los materiales asfálticos constará de los siguientes ensayos:

a) Para asfaltos diluidos. Un ensayo para cada 50 Tn. o para cada partida que llega a la Obra:

- Contenido de agua: AASHTO T-55
- Penetración: AASHTO T-49
- Destilación: AASHTO T-78
- Viscosidad Saybolt-Furol: AASHTO T-72
- Ductilidad: AASHTO T-51
- Punto de inflamación: AASHTO T-79

b) Para cemento asfáltico. Un ensayo para cada 50 Tn. o para cada partida que llega a la Obra:

- Contenido de agua: AASHTO T-55
- Penetración: AASHTO T-49
- Viscosidad Saybolt-Furol: AASHTO T-72
- Ductilidad: AASHTO T-51
- Punto de inflamación: AASHTO T-48
- Ensayo al horno de película delgada: AASHTO T-179

A requerimiento de LA SUPERVISIÓN, el CONTRATISTA estará obligado a presentar certificados de un laboratorio independiente, acreditando la calidad de los productos bituminosos a emplearse en la imprimación, sin perjuicio del control antes mencionado.

Estos certificados no eximen al CONTRATISTA de la responsabilidad que tiene en la ejecución de la obra.

Control de Temperatura

La temperatura de aplicación será establecida por LA SUPERVISIÓN para el tipo de material bituminoso en uso.

Control de cantidad

Se realizará mediante el pesaje del carro distribuidor antes y después de la aplicación del material bituminoso. No siendo posible la realización del control por este método, se admitirá los dos procedimientos siguientes:

- a) Se colocará en la faja de riego una bandeja de peso y área conocidos. Por una simple pesada luego del riego del distribuidor, se tendrá la cantidad de material bituminoso usado por metro cuadrado.
- b) Utilización de una regla de madera, pintada y graduada que pueda dar, por la diferencia de altura del material bituminoso en el tanque del carro distribuidor antes y después de la operación, la cantidad de material consumido.

Control de uniformidad de aplicación

La uniformidad depende del equipo empleado en la distribución. Antes de iniciarse el trabajo, debe realizarse una descarga de 15 a 30 segundos, para que se pueda controlar la uniformidad de distribución. Esta descarga puede efectuarse fuera de la plataforma o en la misma si el carro distribuidor estuviera dotado de una caja debajo de la barra de riego para recoger el ligante bituminoso.

Medición

La imprimación bituminosa será medida en metros cuadrados de acuerdo a la sección transversal del diseño.

El suministro de material bituminoso aplicado en la imprimación será medido en litros utilizando los sistemas de control descritos en Medición de Cantidades de las Especificaciones Administrativas y Legales.

No será medido para efecto de pago el riego de liga cuando éste haya sido ejecutado por haberse excedido los 7 días de edad de la imprimación, ni en los casos de correcciones ordenadas por LA SUPERVISIÓN en la capa imprimada.

Forma de Pago

Los trabajos de imprimación, medidos en conformidad al inciso 6, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de Pago definidos y presentados en los Formularios de Propuesta.

Dicho precio incluye el suministro de materiales bituminosos, calentamiento, acarreo, riego, colocación de material de secado si fuera necesario y el mantenimiento hasta que la capa de recubrimiento sea aplicada incluyendo toda la mano de obra, materiales, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar el trabajo previsto en esta Especificación.

ITEM N° 8. Carpeta asfáltica

UNIDAD: m³

Suministro de cemento asfáltico para carpeta

Descripción

El concreto asfáltico es un revestimiento flexible, resultante de la mezcla en caliente, en una planta apropiada, de agregado mineral graduado, material de relleno (Filler) y material bituminoso, extendido y compactado en caliente.

La mezcla será extendida, en una o varias capas, sobre la base imprimada, de modo que presente, una vez compactada, el espesor de diseño.

Materiales

Los materiales deben satisfacer las siguientes especificaciones:

Materiales Bituminosos

El CONTRATISTA presentara a LA SUPERVISIÓN, para análisis y aprobación antes que se inicien los trabajos de construcción de carpeta asfáltica, una muestra del material bituminoso que propone emplear, junto con una certificación de origen y propiedades de acuerdo a los requerimientos de las Especificaciones AASHTO M-20. No se utilizara material distinto al representado por la muestra aprobada, excepto cuando LA SUPERVISIÓN lo autorice por escrito. No se permitirá la mezcla de materiales bituminosos procedentes de distintas refinerías.

Los materiales cumplirán los requerimientos de las siguientes Especificaciones:

- Cemento asfáltico AASHTO M-20
- Alquitrán AASHTO M-52

Los tipos de materiales serán los siguientes:

- Cementos asfálticos de penetración 70 – 100; 85 - 100 y 100 - 120.
- Alquitranes tipo RT-11 y RT-12

Agregados

El CONTRATISTA solicitara a LA SUPERVISIÓN aprobación de los yacimientos de los agregados a ser empleados, que deberán cumplir los siguientes aspectos:

a) Agregado Grueso

La porción de los agregados retenida en el tamiz No.10 se designará como agregado grueso y se compondrá de piedras o gravas trituradas. Solo se podrá emplear un tipo único

de agregados gruesos, excepto en el caso que LA SUPERVISIÓN autorice lo contrario por escrito.

El agregado grueso estará constituido por fragmentos limpios, sanos, duros, durables, libre de terrones de arcilla y sustancias nocivas y tendrá un porcentaje de desgaste Los Ángeles no mayor de 40 % a 500 revoluciones, al ser ensayado por el método AASHTO T-96.

Los agregados gruesos, al ser sometidos a cinco ensayos alternativos de resistencia, mediante sulfato de sodio, empleando el método AASHTO T-104, no tendrán una pérdida de peso mayor del 12 %. Cuando se utilice grava o cantos rodados triturados, no menos de un 75 % en peso de las partículas retenidas por el tamiz No. 4, deberá tener por lo menos una cara fracturada.

b) Agregado Fino

La porción de agregados que pase el tamiz No. 10 se designará como agregado fino y se compondrá de arena natural o cerniduras de piedra, o de una combinación de las mismas. Solamente se podrá utilizar cerniduras de piedra calcárea cuando se emplee una cantidad igual de arena natural.

Los agregados finos se compondrán de granos angulares, limpios, compactos, de superficie rugosa carentes de terrones de arcilla u otras sustancias inconvenientes. Las cerniduras de piedra deberán producirse de material pétreo que llene las exigencias para agregados gruesos establecidas en 2.2.1. El resultado del ensayo de equivalente de arena, de acuerdo al Método AASHTO T-176 deberá ser mayor a 45. Estos materiales no deberán acusar un hinchamiento mayor a 1.5 % determinado por el método AASHTO T-101.

c) Material de Relleno (FILLER)

En caso de que sea necesario se deberá utilizar material de relleno (Filler), que estará constituido por materiales finamente divididos, inertes en relación de los demás componentes de la mezcla, no plásticos, tales como polvo calcáreo, roca dolomítica, cal apagada, cemento Pórtland, etc., y que llenen las siguientes exigencias granulométricas.

Tabla N° 4: Requisitos de graduación para el material de relleno (FILLER)

Tipo de tamiz	Porcentaje en peso que pasa por los tamices (AASHTO T-27)
No.30	100
No.80	95 – 100
No.200	65 –100

En el momento de su aplicación deberán estar secos y exentos de grumos.

El polvo mineral será no plástico al ser ensayado por los métodos AASHTO T-91.

Si para cumplir con las especificaciones anteriores, resulta necesario el uso de material de relleno (FILLER) que cumpla con las exigencias anteriormente indicadas, no se reconocerá al CONTRATISTA ningún pago adicional por este concepto.

Aditivos de adherencia

Cuando no exista suficiente adherencia entre el material bituminoso y los agregados, se empleará un aditivo de adherencia, aprobado por LA SUPERVISIÓN, que deberá ser incorporado a los materiales bituminosos en la planta.

Se considerará que no existe suficiente adherencia si el porcentaje de cubrimiento es inferior a 95 % cuando se realice la prueba AASHTO T-182 con temperatura de 35°C o como indique LA SUPERVISIÓN.

Composición de mezcla

El CONTRATISTA presentará a LA SUPERVISIÓN un diseño de mezcla bituminosa por el método Marshall, con la debida anticipación a la fecha prevista para el tendido del concreto asfáltico, resaltando la cantidad de asfalto y la temperatura de la mezcla a la salida de la planta. Además, el CONTRATISTA proporcionará a LA SUPERVISIÓN, la relación viscosidad-temperatura del asfalto. El procedimiento se repetirá cada vez que el CONTRATISTA modifique la procedencia del cemento asfáltico y/o la de los agregados que emplee.

LA SUPERVISIÓN realizará todos los ensayos de laboratorio, mezclando los materiales de acuerdo con los porcentajes y el método de dosificación propuestos por el CONTRATISTA, con el objeto de verificar el cumplimiento de las especificaciones.

Cumplidas las especificaciones y verificadas las características de los materiales, la dosificación será aprobada por LA SUPERVISIÓN para su producción en planta y aplicación en la obra. La dosificación aprobada será denominada fórmula de trabajo y la granulometría se llamará curva de trabajo.

La composición del concreto asfáltico debe satisfacer los requisitos de granulometría de la tabla 11.2. La columna a utilizarse será aquella cuyo diámetro máximo sea igual o inferior a $2/3$ del espesor de la capa de revestimiento.

Los porcentajes de bitumen se refieren a la combinación de agregados, considerada como 100 %. Para todos los tipos de agregados, la fracción retenida entre dos tamices consecutivos no deberá ser inferior a 4 % del total.

Tabla N° 5: Requisitos de graduación para la mezcla

Designación de tamices	Gradación de los agregados				
	A	B	C	D	E
2"	100	---	---	---	---
1 ½"	97 - 100	100	---	---	---
1"	---	97 - 100	100	---	---
¾"	66 - 80 (5)	---	97 - 100	100	---
½"	---	---	76 - 88 (5)	97 - 100	100
3/8"	48 - 60 (6)	53 - 70 (6)	---	---	90-100
No. 4	33 - 45 (5)	40 - 52 (6)	49 - 59 (7)	57 - 69 (6)	55-85
No. 8	25 - 33 (4)	25 - 39 (4)	36 - 45 (5)	41 - 49 (6)	32-67
No. 16	---	---	---	---	23-52
No. 30	---	---	---	---	15-37
No. 40	9 - 17 (3)	10 - 19 (3)	14 - 22 (3)	14 - 22 (3)	---
No. 50	---	---	---	---	7-23
No. 100	---	---	---	---	5-16
No. 200	3 - 8 (2)	3 - 8 (2)	3 - 7 (2)	3 - 8 (2)	2-10
Bitumen soluble En CS2 (+) %	4.0 - 7.0	4.5 - 7.5	4.5 - 9.0	4.5 - 9.0	---

Las tolerancias admitidas en más o menos de la tabla se consignan entre paréntesis.

La curva granulométrica, denominada curva de trabajo, presentará las siguientes tolerancias máximas:

Tabla N° 6: Curva de Trabajo

Tamiz	% que pasa en peso
3/8" - 1 1/2 "	± 7
No. 40 – No. 4	± 5
No. 80	± 3
No. 200	± 2

Las condiciones de vacíos, estabilidad y fluencia de la mezcla bituminosa, estarán comprendidas dentro de los siguientes valores:

Porcentaje de vacíos: 2 a 4

Relación bitumen – vacíos: 75 - 82

Estabilidad mínima: 1.500 lb. (75 golpes)

Fluencia, 1/100": 8 - 18

Resistencia remanente, min. : 85 %

Las tolerancias de los vacíos de agregado mineral (VAM) de determinarán mediante la siguiente tabla:

Tabla N° 7: Vacíos Mínimos en el agregado Mineral (VAM)

Designación de Tamiz *	Vacíos Agregado Mineral, porcentaje **
No 8	21
No 4	18
3/8 "(0.95 cm)	16
1/2" (1.27 cm)	15
3/4" (1.91 cm)	14
1" (2.54 cm)	13
1 1/2" (3.81 cm)	12
2 " (5.08 cm)	11.5

*: El tamaño de tamiz enumerado en la especificación correspondiente sobre el que puede retenerse cualquier material

** : VMA mínimo a utilizar

Equipo

Todo el equipo, antes de iniciar la ejecución de la obra será prolijamente examinado por LA SUPERVISIÓN, que debe presentar las mejores condiciones de operación mecánica de acuerdo con esta especificación y la propuesta del CONTRATISTA.

Depósitos para material bituminoso

Los depósitos para el ligante bituminoso tendrán capacidad de calentar el material a las temperaturas fijadas en el proyecto o establecidas por LA SUPERVISIÓN.

El calentamiento se realizará mediante serpentines a vapor, electricidad u otros medios, de modo que no exista contacto de llamas en el interior del depósito. Se instalará un sistema de circulación para el ligante bituminoso, de modo que se garantice una circulación libre y continua desde el depósito al mezclador durante todo el período de operación. Todas las cañerías y accesorios serán protegidos con material aislante a fin de evitar pérdidas de calor. La capacidad de los depósitos deberá ser suficiente para un mínimo de 3 días de servicio.

Deposito Para Agregados

Las tolvas tendrán al menos una capacidad total de un mínimo de tres veces la capacidad del mezclador y serán divididas en compartimentos, dispuestas de tal manera que separen y depositen adecuadamente las fracciones apropiadas de agregado.

Cada compartimiento deberá poseer dispositivos adecuados de descarga. Habrá una tolva adecuada para el relleno (Filler) complementada con dispositivos para su dosificación.

Plantas para mezclas bituminosas

Las plantas utilizadas para la preparación de mezclas bituminosas se ajustarán a todos los requisitos señalados en el párrafo (a), excepto los requisitos sobre las básculas que deberán aplicarse únicamente donde se use el sistema de dosificación por peso. Adicionalmente, las plantas mezcladoras por dosificación deberán acatar los requisitos de acuerdo a (b); y las plantas de mezcla continua, se regirán por los contenidos en (c).

(a) Requisitos para todas las plantas mezcladoras.

Tendrán la capacidad suficiente y funcionar coordinadas para producir la mezcla bituminosa propuesta.

(1) Básculas en las plantas.

Las básculas deberán tener exactitud hasta un 0.5 por ciento de cualquier carga requerida y sensibles hasta una mitad de la graduación mínima, la que no deberá estar diseñada para quedar fija en cualquier posición, con el objeto de evitar cualquier cambio de posición que no hubiese sido autorizado. En lugar de básculas de planta o para camiones, el Contratista proporcionará un sistema automático que imprima los pesos de los materiales con un sistema de control aprobado de carga y revoltura. Los pesos citados se verificarán mediante un comprobante que muestre el peso de cada carga.

(2) Equipo para preparación de material bituminoso.

Los tanques para el almacenamiento del material bituminoso estarán equipados para calentar y conservar el material a las temperaturas requeridas. La calefacción se efectuará por medio de serpentines de vapor u otros sistemas aprobados, de modo que ninguna llama pueda estar en contacto con el tanque. El sistema circulante para el material bituminoso deberá estar diseñado, para que asegure la continua y debida circulación durante el período en que esté funcionando. La Instalación deberá disponer de los elementos necesarios para medida y los muestreos correspondientes en los tanques de almacenamiento.

(3) Alimentador para el secador.

La planta estará provista de sistemas mecánicos exactos para alimentar uniformemente los agregados al secador, de manera que se obtengan una producción uniforme y una temperatura también uniforme.

(4) Secador.

La planta deberá contar con un secador o secadoras que continuamente agiten el agregado durante el proceso de calentamiento y secado. Para la mezcla del material bituminoso de tipo frío, se deberá proporcionar el equipo necesario a la temperatura prescrita, en caso de ser requerido, que tendrá capacidad para surtir material preparado suficiente para que el mezclador trabaje a toda su capacidad.

(5) Tamices (cribas).

En las plantas deberán existir tamices, que pueden cribar todos los agregados a los tamaños especificados y proporciones de los mismos. Esas cribas deberán contar con capacidades

normales, que sobrepasen la capacidad total del mezclador. Las plantas deberán tener clasificadoras por tamizado después de salir del secador.

(6) Tolvas.

La planta deberá disponer de tolvas de almacenamiento de capacidad suficiente, para alimentar el mezclador cuando esté trabajando a su capacidad máxima. Las tolvas deberán estar divididas en al menos 3 compartimentos, los que deberán estar instalados de manera que aseguren el almacenamiento separado y adecuado de las fracciones apropiadas de los agregados minerales. Se deberá contar con almacenamiento seco y separado para filler mineral (o cal hidratada cuando se requiera), y la planta deberá estar equipada para cargar tal material en el mezclador o en la tolva pesadora. Cada tanque deberá estar provisto de tubos de derrame, de tales tamaños y colocados en lugares que eviten el contra flujo del material sobre otros depósitos o tolvas.

Cada compartimiento deberá estar provisto de su compuerta descargadora, construida de manera que al estar cerrada no pueda haber escurrimiento. Esas compuertas deberán cerrarse rápida y completamente. Los depósitos o tolvas deberán estar contruidos en forma que facilite la obtención de muestras. Además, deberán estar equipados con dispositivos indicadores para señalar la posición de los agregados que contengan en los cuatro puntos más bajos.

(7) Unidad de control para materiales bituminosos.

Deberán proporcionarse medios satisfactorios, sea por pesada o medición con contador, para obtener la cantidad debida de material bituminoso en la mezcla, dentro de la tolerancia especificada. Se deberán proveer los medios para la comprobación de la cantidad o la velocidad de flujo del material bituminoso que entra al mezclador.

(8) Equipo para control de temperatura.

Un termómetro blindado, con alcance adecuado en lectura de temperatura, será fijado en el tubo alimentador del material bituminoso, en un punto apropiado cercano a la válvula de carga, en la unidad mezcladora.

La planta también deberá estar equipada bien sea con un termómetro accionado por mercurio, pirómetro eléctrico, u otro aparato termométrico aprobado, instalado en tal forma en el conducto descargador del secador, que automáticamente registre o indique la temperatura de los agregados calentados.

LA SUPERVISIÓN exigirá la reposición de cualquier termómetro por un aparato aprobado registrador de temperaturas, para contar con una mejor regulación de la temperatura de los agregados calentados.

(9) Captador de polvo.

La planta deberá estar equipada con un captador de polvo construido para desechar o regresar uniformemente al elevador del material caliente toda o cualquier parte del material reunido según se disponga, evitando así el escape de polvo inconveniente hacia la atmósfera.

(10) Requisitos de seguridad

En la planta existirán escaleras adecuadas y seguras hasta la plataforma del mezclador y los puntos del muestreo, así como escaleras con pasamanos serán colocadas en todas partes de acceso a otras unidades de la planta, en las que se requiera accesibilidad a las operaciones de la misma, también se deberá proporcionar la accesibilidad hasta la parte superior de las tolvas de los camiones, por medio de una plataforma u otro dispositivo que permita a LA SUPERVISIÓN obtener muestras y datos sobre la temperatura del mezclado. Se instalarán un sistema de aparejo o poleas para elevar el equipo para el muestreo y otros equipos similares, desde el suelo hasta la plataforma mezcladora y de regreso.

Todos los engranajes, poleas, cadenas, poleas de cadenas, y otras partes movibles peligrosas, deberán estar bien vigiladas y protegidas. En la plataforma mezcladora se deberá proporcionar un espacio amplio y libre de obstrucciones. En todo momento se mantendrá el paso libre y sin estorbos en, y alrededor de, la zona de carga de los camiones, esa zona se mantendrá limpia de chorreaduras provenientes de la plataforma del mezclado.

(b) Requisitos para las plantas de dosificación.

(1) Caja de contrapeso o balanza - tolva.

El equipo deberá incluir los medios para pesar con exactitud cada tamaño agregando en una caja de contrapeso o tolva suspendida sobre balanzas, de tamaño amplio, que pueda contener una revoltura completa sin rastrillar a mano ni que se desborde. La puerta deberá cerrarse firmemente, de modo que no permita que nada del material escurra al mezclador mientras se esté pesando una revoltura.

(2) Control del material bituminoso.

El equipo empleado para medir el material bituminoso deberá ser exacto hasta en una diferencia en más o menos de un 0.5 por ciento en cualquier carga que se pueda necesitar, y ese equipo será sensible hasta la mitad de la graduación mínima, la cual no deberá ser mayor de 2.27 kilogramos. El cucharón del material bituminoso deberá ser de tipo no basculante, con tapa ajustable de hoja metálica. El largo de apertura de descarga o de la barra rociadora no deberá ser menor de 3/4 del largo del mezclador, en la forma especificada más adelante. El cucharón del material bituminoso, sus válvulas de vaciadas, y la barra rociadora deberán estar adecuadamente calentados. En caso de emplear camisas de vapor, éstas deberán estar eficientemente desaguadas y todas las conexiones deberán estar construidas de manera que no interfieran con el buen funcionamiento de las básculas para material bituminoso. La planta deberá contar con una válvula de entrada adecuadamente calentada, de acción rápida, que no escurra, colocada directamente encima del recipiente del material bituminoso.

El indicador de cuadrante deberá tener una capacidad de por lo menos un 15 por ciento en exceso de la cantidad de material bituminoso empleado en cada carga. Los controles deberán estar contruidos de manera que puedan ser enclavados en cualquier punto del cuadrante, y que automáticamente se reajuste en aquella lectura después de haber sido añadido el material bituminoso a cada carga. Dicho cuadrante deberá estar accesible a la vista del operador del mezclador. El fluir del material bituminoso deberá ser controlado automáticamente de manera que comience cuando haya terminado el período de mezclado seco. Todo el material bituminoso necesario para una carga deberá ser vaciado en un tiempo que no exceda de 15 segundos después de comenzar a fluir.

El tamaño y la equidistancia de los orificios de la barra rociadora deberán proporcionar una aplicación uniforme del material bituminoso a todo el largo de la mezcladora. La sección de la tubería bituminosa entre la válvula de entrada y la barra rociadora deberá estar provista de una válvula de entrada y la barra rociadora deberá estar provista de una válvula de salida para comprobar el medidor, cuando un aditamento medido fuese substituido por un cucharón para material bituminoso.

(3) Mezclador.

El mezclador de la carga deberá ser de un tipo aprobado, con capacidad para producir una mezcla uniforme dentro de las tolerancias del trabajo de la mezclada. En caso de no estar

cerrada, la caja mezcladora deberá estar equipada con una tapa guardapolvo para evitar que el polvo se desparrame. El espacio libre entre las aspas y todas las otras partes fijas y móviles no deberá exceder en 2 1/2 centímetros a no ser que el diámetro máximo del agregado en la revoltura excediese de 3.175 centímetros, en cuyo caso el espacio libre no deberá exceder de 3.81 centímetros.

(4) Control del tiempo del mezclado.

El mezclador deberá estar equipado, con un aparato de medida del tiempo para controlar las operaciones de un ciclo completo de mezclado. Deberá fijar la puerta de la caja, después de haber cargado el mezclador hasta que se cierre la compuerta de éste, al haberse completado el ciclo. Deberá cerrar el cucharón del material bituminoso durante todo el tiempo de los períodos de los mezclados seco y mojado. El período del mezclado seco es definitivo como el intervalo de tiempo entre la apertura de la compuerta de la caja y el principio de la introducción del material bituminoso, el período del mezclado mojado es el intervalo de tiempo al principio de la introducción del material bituminoso y la apertura de la compuerta del mezclador.

El control de la regulación deberá ser flexible y suficiente para poder ser ajustado en intervalos de 5 segundos o menos durante todo el ciclo total de hasta 3 minutos. Deberá ser instalado un contador mecánico de cargas como una parte del dispositivo medidor de tiempo y deberá estar diseñado en tal forma que registre solamente las cargas completamente mezcladas.

El ajuste de los intervalos de tiempo deberá efectuarse en presencia y bajo la dirección de LA SUPERVISIÓN. Este ajuste se mantendrá inamovible hasta que llegue el momento en que se realice un cambio en los períodos de esa regulación.

(c) Requisitos para las plantas de mezclado continuo:

(1) Dosificación de los agregados.

La planta deberá incluir en su equipo, los medios para efectuar la dosificación de cada tamaño de agregado.

La planta deberá contar con un alimentador montado bajo cada compartimiento de tolva, cada uno de los cuales deberá tener una compuerta individual controlada con exactitud para formar un orificio, para la medición volumétrica del material extraído de cada

compartimiento. El orificio alimentador será rectangular, con una dimensión ajustable mediante sistemas mecánicos eficaces provistos de un cierre.

Las tolvas deberán contar con un dispositivo vibrador.

(2) Calibración por peso del alimentador de agregado.

La planta deberá contar con un modo de calibración de las aberturas de compuertas mediante el pesaje de muestras de ensayo. Se tomarán las disposiciones del caso para que los materiales obtenidos de orificios individuales, puedan ser desviados a cajas individuales para ensayos. El Contratista deberá proporcionar básculas exactas para poder pesar dichas muestras para ensayos.

(3) Sincronización de la alimentación del material bituminoso.

Deberán proporcionarse medios satisfactorios para disponer de un sistema de control adecuado, entre el fluir del agregado desde las tolvas y el fluir del material bituminoso desde el medidor u otro dispositivo dosificador. Este control deberá ser efectuado por medios mecánicos de cierre, o por algún otro método positivo que LA SUPERVISIÓN considere satisfactorio.

(4) Mezclador.

La planta deberá disponer de un mezclador continuo de un tipo aprobado, adecuadamente calentado y con capacidad para producir una mezcla uniforme dentro de las tolerancias del mezclado para la obra. Dicho mezclador deberá estar equipado con una tolva para descarga con compuertas vertedoras que permitan la descarga rápida y completa de la mezcla. Las paletas deberán ser ajustables para obtener posición angular en los ejes, así como invertibles para retardar el fluir de la mezcla.

El mezclador deberá tener una placa del fabricante en la que se indiquen los contenidos volumétricos netos del mezclador a las diversas alturas, grabados en una escala permanente. Deberán proporcionarse gráficas u otros medios aprobados que muestren la velocidad del gasto de agregado, por minuto, a la velocidad de funcionamiento de la planta.

Camiones para el transporte de la mezcla

Los camiones tipo basculante, para el transporte del concreto asfáltico, deberán tener carrocerías metálicas, robustas, limpias y lisas, ligeramente lubricadas con agua y jabón,

aceite crudo fino, aceite parafinado o solución de cal, de modo que se evite la adherencia de la mezcla a las chapas.

Cada camión deberá estar provisto de su correspondiente cubierta de lona impermeable u otro material adecuado para proteger la mezcla contra la intemperie.

Terminadora

El equipo para el extendido y acabado deberá estar constituido de pavimentadoras automotrices, capaces de extender y conformar la mezcla en los alineamientos, cotas y bombeo requeridos.

Las terminadoras deberán estar equipadas con tornillos sinfín para colocar la mezcla exactamente en las fajas y poseer dispositivos rápidos y eficientes de dirección, así como marchas atrás y adelante.

Las terminadoras deben estar equipadas con alisadores y dispositivos para el calentamiento de los mismos a la temperatura requerida, para la colocación de la mezcla sin irregularidades.

Las pavimentadoras deberán contar con artefactos mecánicos tales como patines igualadores, patines de bordes rectos, brazos emparejadores, u otros dispositivos compensadores, para conservar la exactitud de la pendiente y para restringir los bordes del pavimento a las alineaciones correctas, sin tener que emplear moldes laterales estacionarios. El equipo deberá incluir dispositivos para el mezclado o alisado de juntas longitudinales entre las vías de tránsito.

La terminadora, emparejadora o el ensamble nivelador deberán producir un pavimento cuya superficie tenga la uniformidad y textura requerida, sin raspones ni grietas, ni zonas dentadas u otras irregularidades objetables.

Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias, el Contratista está obligado a corregirlas o a retirar las máquinas defectuosas y reemplazarlas por otras en buenas condiciones.

El Contratista proporcionará todas las herramientas menores que sean necesarias, y también proporcionará la manera de conservarlas libres de acumulación del material bituminoso. Deberá proveer y tener disponibles para su uso en cualquier ocasión, suficientes lonas impermeables o cubiertas como sea necesario para uso en cualquier

emergencia, como lluvia, viento helado, o demora inevitable, con el fin de tapar o proteger cualquier material que hubiese sido descargado, y no extendido.

Equipo de compactación

El equipo de compactación estará constituido por compactadores de rodillos neumáticos y rodillos metálicos lisos tipo tándem, u otro equipo aprobado por LA SUPERVISIÓN. Los rodillos lisos tipo tándem deben tener un peso de 8 a 10 toneladas. Los rodillos neumáticos autopulsados estarán dotados de válvulas que permitan una presión regulable sobre la carpeta de 35 a 120 libras por pulgada cuadrada.

El equipo en operación debe ser suficiente para compactar la mezcla a la densidad requerida mientras ésta se encuentra en condiciones de trabajabilidad. No se permitirá el empleo de equipo que produzca una trituración excesiva del agregado.

Ejecución

Si transcurrieron más de siete días entre la ejecución de la imprimación y la del revestimiento, o en el caso de haber existido tránsito sobre la superficie imprimada o haberse cubierto la imprimación con material de secado, se deberá realizar un riego de liga. En cualquier caso, se procederá a un barrido de la superficie imprimada antes de la ejecución del revestimiento.

En el caso de lluvia, aún después de la imprimación de la base, solamente podrá ejecutarse el revestimiento bituminoso cuando se constate que la humedad de las capas superior e inferior de la base no sea mayor que la humedad óptima en + 2%.

Para la ejecución del revestimiento, la superficie de la base imprimada deberá estar seca, limpia y en perfecto estado, debiendo ser reparadas todas las fallas eventualmente existentes, con la anticipación suficiente para el curado del ligante empleado.

No se aceptará la colocación de carpeta asfáltica cuando el tiempo esté muy ventoso, amenace lluvia o impida el manejo, acabado y visibilidad adecuada de los trabajos.

Para iniciar la colocación del concreto asfáltico el CONTRATISTA preparará el área de trabajo, debiendo efectuar toda la demarcación y referencia geométrica para una correcta ejecución de las dimensiones del diseño en lo que respecta a ancho del pavimento, espesores, bombeo y peraltes, debiendo LA SUPERVISIÓN emitir su aprobación, en forma previa a la colocación.

La temperatura de aplicación del cemento asfáltico será determinada para cada tipo de ligante, en función de la relación temperatura - viscosidad. La temperatura conveniente será aquella en la que el asfalto presente una viscosidad situada entre los límites de 75 a 150 segundos, Saybolt Furol, indicándose preferentemente una viscosidad entre 85 y 95 segundos, Saybolt Furol. Así mismo, no deben realizarse mezclas a temperaturas inferiores a 107° C, ni superiores a 177° C, ni utilizarse cuando esté espumante.

Los agregados deben calentarse a temperaturas de 10° a 15°C por encima de la temperatura del ligante bituminoso.

La temperatura de aplicación del alquitrán será aquella en la cual la viscosidad ENGLER se sitúe en el límite de 25 ± 3. La mezcla, en este caso, no debe dejar la planta con una temperatura superior a 106°C.

Producción del concreto asfáltico

La producción del concreto asfáltico se efectuará en plantas apropiadas, de acuerdo a la especificación anterior.

Los agregados para la mezcla, deberán ser secados y calentados a la temperatura que se requiera. Las llamas que se utilicen para el secado y calentamiento, deberán ser ajustadas debidamente para evitar daños al agregado y la formación de una capa de hollín.

Inmediatamente después del secado y calentado, si el tipo de planta lo permite, los agregados deberán ser cribados para obtener tres o más fracciones, según esté especificado, y colocados en compartimientos separados, listos para la dosificación y mezcla con el material bituminoso.

La temperatura de los agregados, al ser introducidos en el mezclador, no deberá ser más baja de lo necesario para obtener un recubrimiento completo y una distribución uniforme de las partículas del agregado, así como para proporcionar una mezcla de trabajabilidad satisfactoria.

Cuando sea empleado alquitrán, la temperatura de los agregados al ser introducidos en la mezcladora, incluyendo la tolerancia permitida bajo la fórmula de la mezcla para la obra, estará comprendida entre 65 °C y 107 °C.

Después que las cantidades de agregados y material bituminoso hayan sido introducidos en la mezcladora, los materiales deberán ser procesados hasta que se haya obtenido una

mezcla de partículas completa y uniforme con una distribución correcta del material bituminoso en todas las partes del agregado. LA SUPERVISIÓN fijará el tiempo de mezcla, según el tipo de planta, cemento asfáltico y agregados utilizados.

La mezcla en caliente debe producirse a la temperatura más próxima que sea posible a la más baja que pueda producir una mezcla manejable y con buen recubrimiento de las partículas, dentro del límite de temperatura especificado.

Transporte del concreto asfáltico

El concreto asfáltico producido deberá ser transportado de la planta al lugar de la obra, en los vehículos basculantes antes especificados.

Durante el transporte de la mezcla, para que sea colocada en la plataforma a la temperatura especificada, cada cargamento deberá ser cubierto con lona u otro material aceptable y con el tamaño suficiente para proteger la mezcla.

No se enviará desde la planta ninguna mezcla en horas tan tardías en el curso del día, que eviten la terminación del esparcido y la consolidación de la mezcla durante las horas de luz natural, excepto cuando se proporcione iluminación artificial satisfactoria.

Distribución y compactación de la mezcla

Las mezclas de concreto asfáltico deben distribuirse solamente cuando la temperatura del ambiente sea mayor a 10°C, en tiempo no lluvioso. A temperatura inferior, LA SUPERVISIÓN autorizará por escrito el trabajo.

La distribución del concreto asfáltico se realizará mediante máquinas terminadoras según lo especificado. El espesor compactado máximo de cualquier capa será de 7.62 cm, LA SUPERVISIÓN verificará si el método de compactación utilizado garantiza la densificación de todo el espesor construido. Si se detecta, a criterio de LA SUPERVISIÓN, una deficiencia en la densificación de todo el espesor de la carpeta asfáltica, instruirá al CONTRATISTA la compactación en dos capas, en cuyo caso el espesor de cada capa no podrá ser inferior a 3 cm.

En caso de compactación en dos capas, la junta longitudinal de la capa superior deberá rebasar la de la capa inferior en por lo menos 15 cm. La junta de la capa superior deberá coincidir con la línea central del pavimento si la carretera consta de dos carriles de tráfico, o en las líneas de los carriles cuando la carretera tenga más de dos carriles de ancho, excepto cuando LA SUPERVISIÓN instruya de otro modo.

En caso de presentarse irregularidades en la superficie de la capa, éstas deberán corregirse mediante la adición manual de concreto asfáltico, distribuido mediante rastrillos y rodillos metálicos, siempre que la mezcla este todavía caliente.

En los lugares en los que por obstáculos inevitables se hiciera impracticable el empleo del equipo mecánico esparcido y de acabado, la mezcla podrá ser extendida, rastrillada y enrasada con herramientas manuales.

Inmediatamente después de la distribución del concreto asfáltico, se iniciará la compactación.

La temperatura recomendable para la compactación de la mezcla es aquélla en la cual el ligante presenta una viscosidad Saybolt Furol de 140 ± 15 segundos para el cemento asfáltico, o una viscosidad específica ENGLER de 4 ± 5 para el alquitrán.

Con los rodillos neumáticos, de presión variable, se iniciará la rodillada con baja presión, la que se aumentará a medida que la mezcla está siendo compactada y consiguientemente soportando presiones más elevadas.

La compactación se iniciará en los bordes, longitudinalmente continuando en dirección al eje de la trocha. En las curvas, de acuerdo con el peralte, la compactación debe comenzar siempre del punto más bajo hacia el más alto. Cada pasada de rodillo debe ser cubierta con la siguiente en por lo menos la mitad del ancho del rodillo. En cualquier caso, la operación del rodillo continuará hasta que se haya obtenido la compactación especificada y se eliminen todas las trazas de los rodillos. Durante este trabajo, para evitar la adherencia de la mezcla a los rodillos, las ruedas se deberán conservar debidamente humedecidas con el agua o agua mezclada con muy pequeñas cantidades de detergente u otro material aprobado. No será permitido el exceso de líquido.

Durante la rodillada no se permitirán giros de la máquina, cambios de dirección ni inversiones bruscas de marcha, así como tampoco el estacionamiento del equipo sobre el revestimiento recién compactado.

Cualquier mezcla que se convierta en suelta, quebrada, mezclada con polvo o tierra deberá ser retirada de la plataforma y sustituida con mezcla nueva y caliente que deberá ser compactada para ajustarla al área circundante. Cualquier área que muestre exceso o deficiencia de material bituminoso deberá ser eliminada y repuesta.

Las juntas transversales serán recortadas verticalmente antes de iniciar el siguiente periodo de tendido de mezcla. Las juntas de construcción, tanto transversales como longitudinales, deberán cubrirse con una capa de un producto bituminoso de fraguado rápido inmediatamente antes del tendido de mezcla en la zona adyacente al material previamente compactado.

Las juntas longitudinales y transversales de construcción deberán presentar, una vez finalizada la compactación, un aspecto concordante con el perfil y alineamiento del pavimento, sin saltos, depresiones o desniveles objetables que, en caso de existir, serán corregidas por el CONTRATISTA a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Apertura al tránsito

Los revestimientos recién acabados serán mantenidos sin tránsito hasta el enfriamiento total.

Control de la supervisión

Todos los materiales serán examinados en el laboratorio, de acuerdo a la metodología y especificaciones vigentes.

Para tal efecto, el CONTRATISTA proveerá todos los medios necesarios, a todo el personal a cargo de LA SUPERVISIÓN para la realización de los ensayos de control.

Control de calidad del material bituminoso

Para cada partida de material bituminoso que se incorpore a la Obra para la producción de concreto asfáltico, El CONTRATISTA está obligado a presentar certificados de un laboratorio independiente que acredite la calidad de los productos bituminosos que se utilizarán en la Obra, sin perjuicio de los controles que LA SUPERVISIÓN pueda realizar posteriormente sobre este material. La presentación de los certificados de calidad entregados a LA SUPERVISIÓN, en ningún caso libera al CONTRATISTA de su responsabilidad en la construcción de la Obra.

Para la aprobación del material bituminoso incorporado a la Obra, LA SUPERVISIÓN tomará muestras de cada partida, o de cada 50 ton, de acuerdo al método establecido en AASHTO T-40 y realizar los ensayos de control de calidad indicados a continuación:

- **Cemento asfáltico**

Contenido de agua: 1 ensayo. AASHTO T-55

Penetración 1 ensayo. AASHTO T-49

Viscosidad	1 ensayo. AASHTO T-201
Ductilidad	1 ensayo. AASHTO T-51
Punto de inflamación	1 ensayo. AASHTO T-48
Ensayo al horno, de película delgada:	1 ensayo. AASHTO T-179
Ensayo de la mancha, Equivalente Xileno, Menor que 25 % de Heptanoxileno	1 ensayo. AASHTO T-102

- **Alquitrán**

Contenido de agua:	1 ensayo. AASHTO T-55
Viscosidad Engler:	1 ensayo. AASHTO T-54
Ensayo de flotación:	1 ensayo. AASHTO T-50
Destilación:	1 ensayo. AASHTO T-52

Control de calidad de los agregados

El control de calidad de los agregados se efectuará con los siguientes ensayos de laboratorio:

- 2 Ensayos de granulometría de cada tolva caliente por semana de trabajo.
- 1 Ensayo de desgaste Los Ángeles, al inicio de los trabajos, cuando hubiera variación en los materiales y cuando lo determine LA SUPERVISIÓN
- 1 Ensayo de índice de forma, por semana de trabajo.
- 1 Ensayo de equivalente de arena del agregado fino por semana de trabajo.
- 1 Ensayo de granulometría del material de relleno (Filler) por semana de trabajo

Estos ensayos se realizarán también para caso de cambio de material.

Control del aditivo de adherencia

Para el control de calidad del aditivo de adherencia, se realizará:

- 1 Ensayo de adherencia para cada envío del aditivo que llegue a la obra y se utilice.

Control de cantidad de ligante en la mezcla

En la planta de producción, mientras se procede a la carga de los camiones de transporte de la mezcla asfáltica, se obtendrá una muestra aleatoria por jornada de 8 horas para el control del contenido de material bituminoso.

Control de temperatura

Por día se efectuarán al menos cuatro controles de temperatura de cada uno de los factores siguientes.

- a) Temperatura ambiente, especialmente en el área de aplicación de la mezcla asfáltica.
- b) Del agregado en la tolva caliente de la planta.
- c) Del ligante en la planta.
- d) De la mezcla bituminosa, en la salida del mezclador de la planta.
- e) De la mezcla en el momento de su extendido y al iniciar el uso del rodillo en la plataforma.

En el momento de llegada, antes de la descarga, se realizará por lo menos una lectura de temperatura.

Control de las características Marshall de la mezcla

Se realizarán dos ensayos Marshall con tres cuerpos de prueba cada uno, por jornada completa de producción de mezcla. Los valores obtenidos deben satisfacer las exigencias de los parámetros de diseño. Además, en estas mezclas se verificará la gradación del agregado y el contenido de asfalto de la mezcla.

Para el efecto las muestras serán tomadas en planta al momento de cargar a los camiones o en plataforma después del paso de la terminadora antes de la compactación.

Control de compactación

El control de compactación de la mezcla bituminosa deberá realizarse preferentemente midiéndose la densidad de muestras de la mezcla compactada, extraídas en la plataforma, mediante brocas rotativas (núcleos).

Se debe extraer 1 (un) núcleo cada 100 metros lineales de carretera, pero siempre como mínimo 3 núcleos correspondientes al trabajo realizado en una jornada. En cada uno de los núcleos, debe ser obtenida su densidad por el método AASHTO T 166. Estas densidades, para aprobar el tramo de la jornada, deben alcanzar un valor mínimo individual del 98% de la densidad Marshall del día.

Las muestras para el laboratorio serán cilindros de la mezcla, consolidados según los procedimientos de AASHTO T 167.

Control de espesor

Se medirá el espesor en el momento de la extracción de núcleos de la plataforma, o por nivelación del eje y los bordes antes y después del extendido y compactación de la mezcla. Se admitirá una variación de \pm 5% del espesor de proyecto.

Control de acabado de la superficie

Durante la ejecución, diariamente se efectuará el control del acabado de la superficie de revestimiento, con el auxilio de dos reglas, una de 3,00 m y otra de 1,00 m colocada transversal y paralelamente al eje del camino.

La variación de la superficie, entre dos puntos cualesquiera de contacto, no debe exceder a 0.5 cm cuando se verifique con cualquiera de las dos reglas.

El CONTRATISTA, con la debida aprobación de LA SUPERVISIÓN, ejecutará las juntas longitudinales y transversales de la mejor manera posible y siguiendo procedimientos y exigencias vigentes para este tipo de trabajos.

Control del ancho pavimentado

El control del ancho de carpeta se realizará en cada estaca topográfica de la carretera (20 m en rectas y 10 m en curvas). En casos puntuales, la máxima variación en menos no podrá exceder de 5 cm y en el promedio del día el ancho pavimentado no podrá ser inferior al ancho de proyecto. En caso de detectarse variación sistemática en menos, el CONTRATISTA deberá construir, sin reconocimiento de pago por este trabajo, una carpeta lateral con ancho mínimo de 50 cm y con el mismo espesor de diseño, para compensar la deficiencia anterior.

Medición

La cantidad de hormigón asfáltico en caliente será medida en toneladas (ton) de mezcla producida, transportada, colocada, compactada y aceptada de acuerdo a la sección transversal del diseño, para lo cual se considerará la densidad promedia obtenida en laboratorio de las briquetas sacadas en plataforma.

Para definir el espesor en el cálculo de los volúmenes se considerarán los siguientes conceptos:

Cuando los niveles de acabado de la carpeta asfáltica se encuentren por debajo de los niveles de la rasante de diseño y éstos estén dentro de las tolerancias especificadas, se considerarán solamente los espesores resultantes de los niveles reales en plataforma.

Cuando los niveles de acabado de la carpeta asfáltica se encuentren por encima de los niveles de la rasante de diseño, se considerará solamente el espesor de diseño. Ningún espesor por encima del espesor de diseño será aceptado para el cálculo de volúmenes.

Para el cálculo de volúmenes se considerará solamente el ancho de carpeta asfáltica definido en las secciones transversales.

Si transcurrieron siete o más días de la ejecución de la imprimación y la misma no ha sido protegida con carpeta asfáltica, se procederá a la realización de un riego de liga sobre la superficie imprimada que correrá por cuenta del CONTRATISTA y no será objeto de medición.

Forma de Pago

El concreto asfáltico mezclado en caliente, medido tal como señala el Método de medición, será pagado a los precios unitarios contractuales.

El riego de liga será pagado únicamente cuando este trabajo sea instruido por escrito por LA SUPERVISIÓN, en aquellos casos en los que la necesidad de ejecución no sea imputable al CONTRATISTA.

Dichos precios y pagos constituirán compensación total por la limpieza y preparación de la superficie de la faja imprimada, suministro, preparación, transporte y colocación de materiales y la mezcla, extendido, rodillada y por toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y todos los imprevistos necesarios para ejecutar el concreto asfáltico. No serán pagados los excesos con relación al volumen del proyecto, pero se descontarán las fallas de acuerdo a la especificación en el inciso 6. Método de Medición.

Para el caso de densidades y espesores que no cumplan lo prescrito en la presente Especificación, se realizará la evaluación estadística del tramo observado, aplicando lo señalado en el inciso 106.05 del FP 85.

ITEM N° 9. Pintado de calzada (1.25) m. de ancho color azul,
Demarcación de calzada pista ciclista (línea continua reflectiva)

UNIDAD: m²

ITEM N° 10. Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea doble continua para señalización vial horizontal de seguridad, reflectiva)

UNIDAD: m²

ITEM N° 11. Pintado de calzada (0.10) m. de ancho blanco (línea borde continua para señalización vial horizontal reflectiva)

UNIDAD: m²

ITEM N° 12. Pintado de calzada (0.15) m. de ancho amarilla (línea central segmentada para señalización vial horizontal, reflectiva)

UNIDAD: m²

ITEM N° 13. Pintado de calzada cruce de bicicletas (2) m. de ancho azul (línea continua reflectiva, para señalización vial horizontal transversal)

UNIDAD: m²

ITEM N° 14. Demarcación símbolo de bicicleta color blanco para señalar carril exclusivo de bicicletas (reflectiva)

UNIDAD: m²

Definición

Los trabajos consisten en el pintado de franjas continuas y discontinuas, pintado de símbolos sobre el área de pavimento, pintado de paso de bicicletas y demarcación de pista cicloviara, de acuerdo con estas especificaciones, con las obligaciones y dimensiones mostradas en los planos o como sea instruido por la SUPERVISIÓN.

Materiales Herramientas y equipos

El Contratista proporcionará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra. La pintura será de calidad aprobada y certificada por el supervisor y especial para demarcación de ciertas superficies, de gran adherencia, de rápido secado, resistente a la intemperie y al desgaste causado por el paso de los vehículos. El contratista deberá presentar al fiscal de obra certificado de calidad de la pintura emitida por su proveedor antes de iniciar los trabajos para su respectiva aprobación.

La pintura deberá ser color blanco, amarillo y azul, para superficies pavimentadas que cumpla las normas ASSHTO y ASTM vigentes, para pinturas con resinas alquídicas con un espesor de película húmeda de 380 micrones de acuerdo a normas establecidas según el manual de señalización vial horizontal de la ABC.

Las bolillas de vidrio deberán estar conformadas de acuerdo a los requerimientos de la ASSHTO Y ASTM (vigentes), para el cumplimiento de la demarcación de franjas amarillas, blancas y azules.

La pintura y bolillas de vidrio a utilizar deberá ser marca reconocida y especial para este tipo de trabajo previamente aprobada por el Supervisor y/o Fiscal de obra.

El CONTRATISTA presentará al SUPERVISOR una relación detallada del equipo que utilizará en la obra El SUPERVISOR examinará y aprobará y autorizará el uso del equipo.

Durante la ejecución de los trabajos de pintado, se exigirá el empleo del equipo mecánico

autorizado para la ejecución del pintado de las franjas continuas y discontinuas.

El equipo empleado en la señalización será específicamente apropiado para el pintado de franjas de demarcación en el pavimento produciendo franjas uniformes y de buena calidad. Además el equipo debe tener la precisión necesaria para sobreponer con exactitud la segunda capa de pintura a una velocidad mínima de 8 Km. por hora. El equipo debe tener un dispositivo de aire en la parte delantera que libere de partículas de polvo la superficie que será pintada, la misma que deberá estar completamente libre de toda humedad.

Ejecución del ítem

Antes del trazado e implementación de la señalización vial tanto horizontal como vertical el contratista deberá presentar, al fiscal de obra, un plan de ejecución de los trabajos a realizar a fin de evitar de interrumpir el tráfico vehicular lo menos posible y de garantizar la correcta ejecución de los trabajos.

El contratista deberá implementar señalización de seguridad tales como avisos de desvío, hombres trabajando, etc. A fin de evitar posibles accidentes precautelando de esta manera la seguridad de los trabajadores.

Previamente a la iniciación de los trabajos se controlarán las condiciones de limpieza de las superficies que serán pintadas, condiciones del equipo y experiencia del personal. El SUPERVISOR, aceptará y aprobará por escrito la ejecución de la señalización que no releva al CONTRATISTA de su responsabilidad en la ejecución del trabajo.

El área a ser pintada deberá estar libre de partículas sueltas. La limpieza se hará con escobas y otros métodos aceptados por la Supervisión. El pintado se realizará solo cuando la superficie del pavimento esté seca y limpia, cuando la temperatura atmosférica sea mayor a los 10° C. y cuando el viento, polvo o niebla, no sean excesivos.

La marcación será efectuada utilizando equipo mecánico aceptado por la Supervisión. Las franjas y las flechas deberán responder a las dimensiones especificadas en los planos de detalles o por la Supervisión y deberá estar sujeto a la cantidad de capas de pintura necesarias hasta lograr un acabado uniforme en la superficie de aplicación. La pintura, antes de ser aplicada, deberá ser completamente mezclada y aplicada sobre una superficie seca, limpia y cuando la temperatura ambiente esté por encima de los 4° C. La pintura no

será aplicada hasta que los trazados, las alineaciones indicadas y las condiciones de la calzada sean debidamente aprobados por el Supervisor de obra.

Antes de su aplicación, la pintura será mezclada con el diluyente en conformidad con las instrucciones del fabricante y luego aplicada a la superficie de la calzada.

Las bolillas de vidrio deberán ser aplicadas en una proporción mínima de 2.5 Kg por cada 3.8 litros de pintura.

El área pintada deberá ser protegida del tráfico hasta que la pintura esté completamente, seca.

Todas las marcaciones deberán presentar un aspecto limpio, uniforme y bien terminado. Las marcaciones que presenten fallas notorias de día o de noche, deberán ser corregidas por el CONTRATISTA a su costo.

Las franjas a pintar, tanto continuas como discontinuas serán de un ancho de 10 cm (líneas continuas color blancas), 15 cm (líneas discontinuas color amarillo), 125 cm (pista ciclista color azul) y 2 m (paso de bicicletas color azul).

Una vez aplicada la pintura, se protegerán las franjas y marcas durante el secado de las mismas. La pintura fresca será protegida contra cualquier daño. Todas las superficies serán protegidas contra desfiguraciones ocasionadas por salpicaduras, derramamientos, goteo, etc. de pintura o materiales de pintura.

Los cordones tanto de las calles como los de los estacionamientos deberán ser pintados con el mismo tipo, calidad y dosificación de pintura y bolillas de vidrio utilizadas para el pintado de las franjas de la calzada. Se colocarán como mínimo dos manos de pintura. El procedimiento del pintado deberá ser coordinado con el Fiscal de obra, sea este manual o mecánico. De efectuarse el pintado de forma manual, el pintado se lo realizará con rodillos de lana especiales acordes para el pintado de señalizaciones viales horizontales. El pintado de los cordones deberá tener un acabado uniforme y bien terminado en todo el trazado cuidando de no dejar manchas tanto la acera como la calzada.

Todo el pintado de la señalización horizontal deberá ejecutarse de acuerdo a estas especificaciones y los planos de detalles, cualquier modificación deberá estar aprobada por el Fiscal y/o supervisor de obra.

Medición y forma de pago

Las cantidades aceptadas serán medidas en metros lineales de la siguiente manera:

Las franjas discontinuas serán medidas descontando los intervalos no pintados.

Las franjas continuas de pintura serán medidas de principio a fin.

Los precios unitarios consignados en la lista de precios estarán basados en franjas detallados en los planos con diferentes anchos.

Para el caso de la demarcación de símbolo de bicicleta que indica el uso exclusivo de bicicletas, estas se medirán en m² de área neta ejecutada. La sumatoria total de las áreas de todas las flechas será el resultado del área total a pagar.

ITEM N° 15. Cordón de acera de hormigón simple (0,40 x 0,20 m)

UNIDAD: m

Descripción

Se definen como cordones de acera a una faja o cinta que delimita la calzada y las aceras. En este Ítem contempla la construcción de cordones de acera y su respectiva excavación previa y empedrado con la aprobación del supervisor de obra.

Materiales, herramientas y equipo

El CONTRATISTA realizará los trabajos de la actividad empleando las herramientas y equipo conveniente y necesario para la correcta ejecución de la obra, debiendo previamente obtener la aprobación de las mismas por parte del SUPERVISOR de la obra. El listado presentado en la propuesta del contratista, no debe ser considerado restrictivo o limitativo en cuanto a la provisión de los insumos necesarios adicionales para la correcta ejecución y culminación de los trabajos, y estos deberán reflejarse en los precios unitarios de propuesta o a riesgo y cuenta propia del proponente. Los materiales y equipos mínimos a usarse serán los siguientes:

- Alambre de amarre.
- Arena fina.
- Arena común.
- Cemento portland ip-30.
- Clavos.
- Grava común.
- Madera de construcción encofrados.
- Listones de madera.
- Poliestireno espesor 1 cm.

- Mezcladora de hormigón 280 lt

Los materiales en especial los agregados a utilizarse serán de buena calidad, libres de arcillas, estructura interna homogénea y durable. Estarán libres de efectos que alteren su estructura, sin grietas y sin planos de fractura o desintegración; no deberán contener sustancias orgánicas. Así también la madera para el encofrado estará en buenas condiciones sujeta a la aceptación de la supervisión.

El agua será razonablemente limpia y libre de sustancias perjudiciales. No se permitirá el uso de aguas estancadas provenientes de pequeñas lagunas o aquellas que provengan de pantanos o ciénagas. El agua potable que sea apta para el consumo podrá emplearse sin necesidad de ensayos previos.

El cemento y los áridos deberán cumplir los requisitos de buena calidad establecidos para los hormigones.

La madera a utilizarse será de buena calidad, completamente seca, sin rajaduras, ojos o picaduras que pudieran afectar su resistencia, previamente aprobada por el Supervisor de Obra.

El control de calidad de estos será de responsabilidad del ejecutante, estando sujeto a fiscalización y aceptación por parte del Supervisor de Obra.

Procedimiento de ejecución

Una vez realizado el replanteo y excavación se procederá al empiedre de la base del cordón para luego realizar el encajonado con los encofrados de acuerdo a la sección según como indica los planos de detalle de los cordones, la misma que luego será vaciada con hormigón simple. La dosificación será 1:2:3 cuyo contenido mínimo de cemento es de 350 kg/m³, y una resistencia característica de 21 MPa a los 28 días.

Las dimensiones de los cordones deberán ajustarse estrictamente a las medidas de los planos respectivos para su ejecución y coordinación con supervisión e instancias necesarias. La arista superior quedará descubierta y deberá rebajarse un radio de 1 cm en las aristas.

La cara superior y lateral del cordón que quedarán a la vista, deberán llevar un acabado de enlucido o bruñido con mortero de cemento y arena fina de dosificación 1:2 de 2 a 3 mm, de espesor.

El control de calidad será de responsabilidad del ejecutante, estando sujeto a fiscalización por parte del Supervisor. Antes de proceder al vaciado de la mezcla, el Contratista, deberá verificar cuidadosamente la verticalidad de las formaletas del encofrado y su perfecto ensamble. Las formaletas del encofrado deberán sujetarse con estacas al terreno debiendo cubrir el paramento interior con una capa de aceite.

La sección transversal de los cordones curvos será la misma que la de los rectos; y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados. El trabajo de la colocación del hormigón se lo realizará con una varilla metálica con el fin de rellenar los espacios vacíos y compactar el hormigón, donde el supervisor tendrá la autoridad de aprobar la ejecución. Los cordones de concreto llevarán juntas de dilatación cada 2 metros, siendo las mismas de cartón asfáltico o plastoformo.

Para la construcción de cordones en curva, el Supervisor de Obra proporcionará en cada caso, el plano de detalle respectivo para un adecuado replanteo.

Se obtendrán cilindros de prueba según requerimiento del Supervisor y deberá procederse al ensayo de resistencia según instrucciones del Supervisor, si la resistencia de los cilindros de prueba sea inferior a la resistencia especificada en el presente pliego de condiciones el Supervisor de Obra podrá instruir su inmediata demolición, el Contratista será el único responsable por los trabajos mal ejecutados y no tendrá compensación económica alguna.

Medición

Los cordones de aceras serán medidos por metro (mL) ejecutado, previa aprobación del Supervisor de Obra.

Forma de pago

Los trabajos de cordones serán pagados al precio unitario contractual correspondiente al ítem de pago definido y presentado en los formularios de propuesta.

ITEM N° 16. Piso de ladrillo gambote rustico (adobito)

UNIDAD: m²

Descripción

Este ítem se refiere a la construcción del piso de ladrillo de tráfico peatonal para todas las áreas de circulación de la plazuela, una vez que la superficie del terreno donde se ejecutará

el trabajo se encuentre totalmente nivelada y compactada, con la debida aprobación del Supervisor de obras.

Materiales, herramientas y equipo

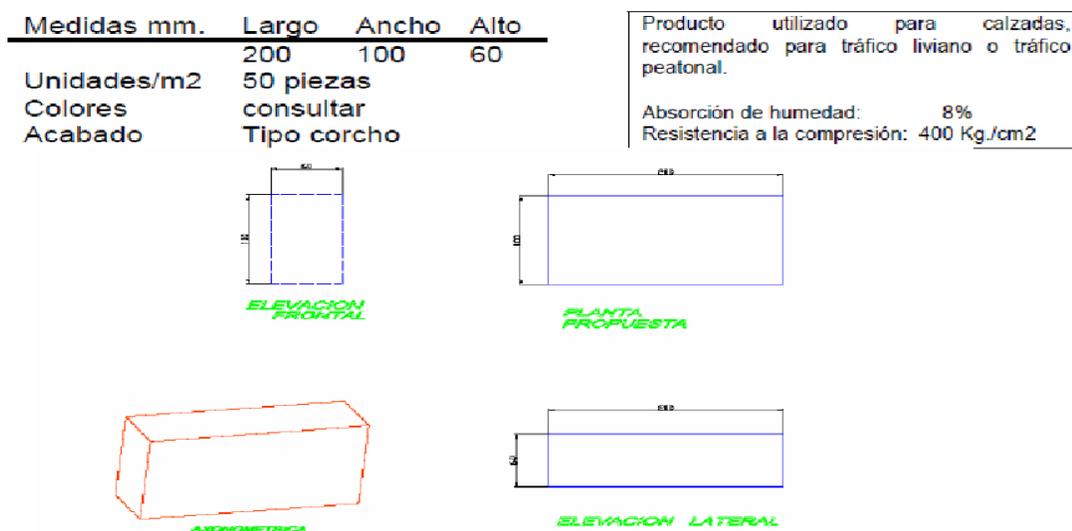
El contratista proveerá de todos los materiales necesarios para la ejecución de la presente actividad, así mismo de las herramientas necesarias para la ejecución del ítem, los cuales solo podrán ser utilizados con la aprobación del Supervisor de obras.

Tabla N° 8: Detalles ladrillo gambote rustico

Piso de ladrillo gambote rustico (adobito) und: m2	
Descripción (insumo)	Unidad
Arena comun	m ³
Ladrillo gambote rustico (25x12x5cm)	pieza
Peón	hora

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 1: Detalles ladrillo gambote rustico



Fuente: Cerámica Guadalquivir

Procedimiento de ejecución

Drenaje y pendientes

Es importante un buen manejo de las aguas para evitar el deterioro del pavimento. Se busca mantener la superficie seca y evitar la introducción de agua por las juntas.

Existen dos tipos básicos de drenaje: el superficial que conduce el agua sobre el pavimento hacia los drenajes, y el subterráneo que maneja el agua bajo el pavimento.

Niveles

Es indispensable que la superficie del adoquinado esté perfectamente pareja y se conserven los niveles especificados en el diseño para que así el sistema de drenaje funcione adecuadamente. Para verificar esto se colocará una regla o boquilla de 3m y en ningún lugar se deberán presentar luces mayores a 1cm entre ésta y cualquier parte del adoquinado.

Confinamiento

Básicamente los ladrillos están sometidos a dos esfuerzos, el primero es una carga vertical, la cual es transmitida a través del adoquín, por la base y la sub-base hacia el terreno, y la segunda es un esfuerzo horizontal que se va transmitiendo entre los adoquines y hace posible el reparto de las cargas entre las unidades vecinas; por esto es necesario un confinamiento a lo largo de todo su perímetro para evitar que el tránsito desplace las piezas y desbarate la capa de rodadura.

Confinamiento externo

El confinamiento externo está conformado por todos los elementos que sirven de amarre al adoquinado y los cuales pueden ser andenes, bordillos contra zonas verdes o un cordón a ras contra otro tipo de pavimento. Los elementos de confinamiento deben tener una cara vertical y recta contra el adoquinado por lo que los usos de elementos prefabricados se prefieren a los realizados en el sitio. Confinamiento interno en carreteras con pendientes iguales o superiores a 9% se realizará cada 100 metros.

Proceso de colocación

Antes de iniciar el esparcido de la arena se debe mezclar para homogeneizar su humedad, y luego llevarla al sitio donde se instalará.

Ésta debe estar preferiblemente seca.

Tomando dos boquillas de madera o aluminio de 3m de largo por 4cm de espesor o tubos de 1 1/2" de diámetro como rieles y otro como nivelador se procede a esparcir la arena de manera uniforme, dejando una capa de un espesor de 5 cm. Los rieles se colocan sobre la base ya nivelada de manera que dos hombres puedan enrasar la arena con una pasada o dos. La nivelación con la boquilla debe hacerse en línea recta y nunca en

zigzag. Finalmente se retiran las boquilleras y se llenan los vacíos resultantes con arena que luego se nivela.

Sellado de las juntas

El sellado de las juntas es importante puesto que amarra todos los adoquines, y hace que el pavimento sea impermeable. Para la colocación de la arena se esparcirá una delgada capa, que no cubra en su totalidad la superficie de los adoquines, la cual, por barrido, se introducirá en las ranuras, proceso que se repetirá hasta que llene las juntas. Dependiendo del personal en obra se puede realizar simultáneamente con la compactación final o de forma alternada.

Compactación final y limpieza

La compactación final es de gran importancia, ya que es la que garantiza un buen amarre entre las piezas y por consiguiente una mayor duración de la obra. De otro lado, el continuo tráfico continuará la compactación de las piezas. Por último, se barrerá la arena sobrante, dando al servicio la obra. Luego de dos días se deben llenar con arena las juntas que lo necesiten.

Medición

Este ítem será medido por metro cuadrado ejecutado y colocado.

Forma de pago

Los trabajos ejecutados conforme a estas Especificaciones Técnicas, aceptados por el Supervisor de Obra y medidos según lo prescrito en Medición, serán pagados al precio unitario de la propuesta aceptada, siendo compensación total por materiales, herramientas, equipo, mano de obra y otros gastos directos e indirectos que tengan incidencia en su costo.

ITEM N° 17. Juntas de dilatación (alquitrán - arena - poliestireno)

UNIDAD: m

Descripción

Consiste en el tratamiento que permita el libra acortamiento por efectos de temperatura, retracción, fluencia y deformación de pisos de cemento de conformidad a los alineamientos cotas y dimensiones contenidas en los planos o señalados por el supervisor.

Materiales, herramientas y equipo

El contratista realizará los trabajos de la actividad empleando las herramientas y equipo conveniente y necesario para la correcta ejecución de la obra, debiendo previamente obtener la aprobación de las mismas por parte del supervisor de la obra. El listado presentado en la propuesta del contratista, no debe ser considerado restrictivo o limitativo en cuanto a la provisión de los insumos necesarios adicionales para la correcta ejecución y culminación de los trabajos, y estos deberán reflejarse en los precios unitarios de propuesta o a riesgo y cuenta propia del proponente. Los materiales y equipos mínimos a usarse serán los siguientes:

Alquitrán tipo A

- Arena fina

Este ítem requiere arena fina cernida libre de impurezas y alquitrán

Procedimiento de ejecución

el vaciado de pisos de cemento deberá realizarse en módulos de 0.2x0.5 mts dejando una separación de 1.5 cm. entre módulos, misma que previamente será limpiada, cuidando que no contenga ningún tipo de residuo, dicha separación deberá ser rellenada con una mezcla de alquitrán diluido y arena fina cernida, logrando una superficie uniforme hasta el nivel del piso de cemento.

Medición

Los trabajos comprendidos en esta especificación serán medidos en metros (m) de la junta fabricada con los elementos citados.

Forma de pago

El trabajo de provisión elaboración y colocación de la junta de dilatación la medición será pagado al precio unitario contractual del ítem de pago definido y presentado en los formularios de la propuesta. Dichos precios comprenderán toda la mano de obra equipo,

herramientas, materiales e imprevistos necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta especificación.

ITEM N° 18. Señal vertical preventiva cuadrangular (60x60) cm provisión y colocado

UNIDAD: Pza

ITEM N° 19. Señal vertical reglamentaria (0.60x0.90) m provisión y colocado.

UNIDAD: Pza

ITEM N° 20. Señal vertical informativa (0.70*0.70) m provisión y colocado

UNIDAD: Pza

Descripción del ítem

El trabajo consistirá en la ejecución de un sistema de señalización vertical, llevada a cabo de acuerdo con esta especificación y las instrucciones integrantes del "Manual Técnico de la Administradora Boliviana de Carreteras".

La ubicación, forma y tipo, obedecerán el diseño de la señalización vertical. El tipo de delineadores y su ubicación obedecerá al diseño.

Materiales, Herramientas y Equipos

Los postes de hormigón armado deberán ser fabricados atendiendo las especificaciones.

Las chapas de acero de las placas para señales serán de 1.5mm de espesor para las señales cuyo lado mayor no sobrepase 0.90m. y de 2.0mm para señales mayores, obedeciendo la especificación ASTM-A366.

La pintura para las placas obedecerá a las especificaciones AASHTO M-70 y M-72.

Equipo:

La naturaleza, capacidad y cantidad de equipo a ser utilizada depende del tipo y dimensiones del servicio a ejecutar. El CONTRATISTA presentará una relación detallada del equipo a ser empleado en la obra o conjunto de obras. Se exigirá la presentación de equipo mecánico autorizado para la ejecución del pintado de las fajas continuas y discontinuas.

Método de Ejecución

Todas las estructuras para el sostén de las señales deberán construirse de modo que se mantengan fijas y resistan la acción de la intemperie. Las señales de Reglamentación y Prevención serán mantenidas siempre en un poste único, las señales de Información, siempre sobre dos postes, excepto los mojones de kilometraje y de identificación de carretera.

Las estructuras de sostén de las señales deberán estar perfectamente verticales y colocadas a las alturas fijadas por el diseño. El relleno de sus fundaciones deberá ejecutarse con hormigón tipo D perfectamente consolidado a fin de evitar huecos.

Soportes de Hormigón

Los postes de hormigón armado para el sostén de las señales serán colocados a una profundidad no menor a 0.45m. Tendrán sección cuadrada con 15 cm. de lado, de acuerdo al diseño. Serán construidos con hormigón tipo C, y acero de grado 40.

Chapas para Señales

Las chapas para señales serán metálicas, en planchas de acero SAE 1010/1020, laminadas en frío, calibre 16 (1/16" de espesor).

Previamente las chapas serán desoxidadas, fosfatizadas y preservadas contra la oxidación.

El acabado será efectuado con esmalte sintético a estufa a 140°C, en los colores convencionales. Las letras, fajas, flechas y designaciones serán ejecutadas en película reflectante tipo Scotchlite.

Las chapas serán fijadas en los soportes de hormigón armado por medio de pernos de 3/8" x 6" en cada poste.

Medición

La señalización vertical será medida por unidad de señal de tráfico ejecutada, instalada y aceptada, de acuerdo al tipo de placa.

Formas de Pago

Los trabajos de señalización vertical, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de Pago definidos en los Formularios de Propuesta.

Dichos precios incluyen el suministro y colocación de todos los materiales (acero de refuerzo, hormigón, encofrados, clavos, plancha de acero, pernos, tuercas con arandelas, pintura reflectiva, etc.), excavación, relleno, fabricación y colocación de postes, placas y delineadores, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas e Imprevistos necesarios para completar la obra prescrita en esta Especificación.

ITEM N° 21. Delineadores flexibles viales de poliuretano provisión y colocación.

UNIDAD: Pza

ITEM N° 22. Refractivos bidireccionales tipo tachones provisión y colocación.

UNIDAD: Pza

Descripciones y definiciones

Los delineadores reflectivos como tachas u ojos de gato y postes flexibles a indicarse en la presente especificación son dispositivos para la delimitación de carriles en las calzadas, y elementos de protección para los ciclistas, con el objeto de mejorar la percepción del conductor de los límites de la superficie de rodadura y auxiliar el conductor en situaciones que puedan presentar riesgos para su seguridad. Estos dispositivos pueden ser colocados con formas, colores y diferentes materiales.

Delineadores flexibles viales de poliuretano.

- Material poliuretano
- Altura 75 cm con un diámetro cilíndrico de 8.8 cm
- Consta con una base de diámetro 20 cm
- Color naranjado
- Consta con tres zonas de cinta retroreflectiva de 7.5 cm a de ancho cada una
- Anclada con tirafondos $\frac{1}{2}$ * $3 \frac{1}{2}$ LL 19 y tacos FISHER U14 * 75

Materiales.

El dispositivo a proveer debe estar conformado por un conjunto modular compuesto por una base individual y un delineador vertical rebatible provisto de elementos reflectivos.

El conjunto modular de base y delineador deberá aceptar impactos multidireccionales (360°) sin deformaciones. Deberán ser capaces de soportar un mínimo de 20 impactos directos a 120 Km/h sin que se dañen, incluyendo el laminado reflectivo.

Características técnicas del delineador reflectivo rebatible.

Los delineadores serán de color naranja y su material deberá ser de tipo poliuretano térmico (TPU) o similar, resistente a los impactos y a la radiación ultravioleta para asegurar una larga vida útil, sin decoloración.

La altura del delineador será de aproximadamente 750 mm y su sección deberá ser en forma T hueca de medidas aproximadas 88 mm. Cada delineador deberá

contar con tres bandas reflectivas blancas de aproximadamente 75 mm de ancho, separadas aproximadamente 50 mm colocando la primera aproximadamente a 50 mm del borde superior.

Características técnicas de la base individual La base deberá poseer un diámetro mínimo de 200 mm y contar con orificios para permitir su adecuada fijación al pavimento asfáltico, de hormigón o de granito, mediante elementos de sujeción. La base deberá ser del mismo color del delineador (naranjado) y de material termoplástico de alto impacto. Fijación Brocas o Tornillos de expansión para asfalto, hormigón o granito.

Fijación de los delineadores flexibles viales de poliuretano.

Como elemento de fijación en seco sobre pavimento de hormigón o granito, se utilizarán brocas (anclajes de expansión) de Φ 10 mm tipo Fischer MR10, o similar, con un mínimo de 13 kN de resistencia a la tracción al punto de rotura, con arandela y perno conforme a la Norma. Deberá asegurarse una profundidad mínima de colocación de 60 mm. En caso de pavimento asfáltico se utilizará, además de la fijación descrita anteriormente, adhesivo epoxy entre la base y el pavimento. El oferente podrá sugerir otro sistema de anclaje, el cual deberá ser aprobado por el contratante, quién requerirá las pruebas que crea conveniente.

Tachón bidireccional.

- Tachón u ojo de gato grande, tamaño 24 x 15 x 5 cm.
- Bi-direccional, aquel ojo de gato que tiene dos caras reflectadas al tráfico.
- Color del elemento y el reflectivo es amarillo
- Resistencia 15 ton.
- Anclado con pernos de 8 mm

Materiales

Los delineadores reflectivos tendrán forma rectangular, que presentan una de las dos clases con las dimensiones siguientes, con una variación tolerable del 5% en cada una.

El pegamento a emplearse para el pegado de las tachas y tachones sobre pavimento de asfalto será del tipo bituminoso, este material deberá cumplir con las características y valores especificados su formulario respectivo.

Adhesivo bituminoso

El pegamento bituminoso a emplearse en la fijación de los delineadores deberá atender mínimamente a las siguientes características químicas y físicas en su composición y comportamiento.

Tabla N° 9: Características del adhesivo bituminoso.

Características del adhesivo bituminoso		
Ensayos y requisitos	Mínimo	Máximo
Ligante, % masa de mezcla	30	32
Cargas blancas o inertes	68	70
Punto de ablandamiento °C	85	115
Dureza Shore a 25°C	90	100
Dureza Shore a 45°C	60	70
Dureza Shore a 60°C	15	25
Resistencia a la luz	-	Inalterada
Masa específica, g/cm ³	1,85	2,25

El pegamento bituminoso debido a su composición presenta las siguientes ventajas: compatibilidad con cualquier tipo de pavimento, secado rápido, buena resistencia a la intemperie tiene la propiedad de elasticidad, esto le permite contraerse y dilatarse acompañando los cambios de temperatura.

Ejecución

Condiciones básicas para la aplicación de los ojos de gato grande (Tachones):

La empresa deberá seguir cuidadosamente las siguientes recomendaciones e instrucciones para la ejecución de la demarcación con Tachones:

Limpieza del pavimento

La limpieza deberá ser realizada con cepillo de acero y aire comprimido sobre el área de aplicación del ojo de gato, previa observancia de que no esté húmedo o mojado el sitio de aplicación.

Perforación

Tratándose de ojos de gato con perno de fijación, la empresa deberá proceder a utilizar el equipo apropiado para esta actividad, disponiendo de broca y taladro de percusión con

diámetro de broca en una medida nominal mayor que el diámetro del perno de fijación del Tachón, debiendo perforar por lo menos un centímetro más profundo que la longitud del perno del Tachón.

Fijación de tachones

La fijación sobre pavimento de asfalto será realizada con adhesivo bituminoso aplicado entre 180 y 210 °C de temperatura, a través de equipos apropiados que permitan controlar la temperatura en el equipamiento. Deberá ser observada para la instalación que el o los elementos reflectivos del Tachón estén dirigidos hacia el tráfico que los requiere en su circulación por la zona.

Estos Tachones no deberán ser instalados en juntas de dilatación o sobre las demarcaciones de pintura o bandas ejecutadas.

Los tachones reflectivos tendrán 2 (dos) pernos metálicos para ser fijados en el pavimento, los pernos deben tener una altura máxima de 55 mm. y diámetro mínimo de 3/8" y máximo 1/2". Los tachones deberán ser fijados al pavimento mediante sus pernos de fijación y utilizando pegamento bituminoso fundido a temperatura entre 150°C y 180°C (salvo especificación diferente del fabricante), con una dosificación de 500 gr./pza, o la necesaria para garantizar una película de pegamento de 4 mm.(más o menos 10% de tolerancia) entre la tacha y el pavimento. Utilizando el equipo correspondiente.

La fijación sobre pavimentos de losetas o losas de hormigón será realizada empleando pegamento Epóxico o Plástico con una dosificación de 500 gr./pza.

Equipo

El equipo a emplearse será el adecuado para cada uno de los delineadores especificados, con sus diferencias concordantes con sus diferencias de tamaño entre delineadores, y será previamente aprobado por el Fiscal. Para ello se exigirá básicamente:

- Material de replanteo adecuado.
- Equipo y herramientas de limpieza, consistentes en cepillos de acero, escobas, y compresor de aire.
- Fusor de adhesivo bituminoso equipado con termómetro.
- Control apropiado de la dosificación de adhesivo para evitar faltas o excesos.
- Medidor de temperatura e higrómetro.

- Vehículos necesarios con señalizadores y material de señalización de seguridad de obras.

Medición y forma de pago

La unidad de medición será por (Pzas.), los delineadores reflectivos será diferenciada según su tipo por tamaño y reflectividad bidireccional. Por lo tanto, el proponente podrá entregar precios diferenciados para las tachas bidireccionales.

El trabajo de delineadores instalados en el pavimento se pagará al precio unitario del Contrato por toda marca ejecutada y aplicada satisfactoriamente de acuerdo con esta especificación y aceptada por el Fiscal.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de replanteo, preparación del terreno, preparación y colocación con todo el suministro de los materiales a emplearse en la preparación de la pintura incluyendo, suministro del equipo adecuado, mano de obra, beneficios sociales gastos generales, impuestos, seguros, utilidades y todo gasto que sea necesario para la correcta ejecución de la demarcación del pavimento de acuerdo con los planos del Proyecto, esta especificación y las instrucciones del Fiscal.

ITEM N° 23. Replanteo y control de obras de arte menor

UNIDAD: PZA

Descripción del Ítem

Este ítem se refiere a la reposición de los ejes y niveles contemplados en los planos, para la determinación de las dimensiones de excavación, para las obras de drenaje del proyecto, puentes tipo losa, muros de contención, alcantarillas (tipo alivio – cajón) y longitudes entre tramos donde se ubican las obras de drenaje, comprende todos los trabajos de replanteo y ubicación de las obras de arte necesario para la localización y la definición física en el terreno, en general y en detalle, en estricta sujeción a los planos de construcción, documentos técnicos del contrato y/o las indicaciones del Supervisor.

Materiales, Herramientas y Equipo

El Contratista dispondrá y proveerá de todo el material propio de esta actividad necesario para la ejecución de los trabajos de trazado y replanteo de obras de arte, tales como: equipo topográfico, estacas (2x2x0.30), clavos, pinturas, mojones, etc. y todo aquello que

considere necesario para la buena ejecución del trabajo y los deberá mantener a disposición del Supervisor mientras dure la ejecución del proyecto.

Todas las herramientas menores y el equipo topográfico necesario para las actividades de replanteo, deberán ser provistos en obra al momento de iniciar las actividades correspondientes al ítem y el Contratista proveerá todo el equipo necesario, tanto para el replanteo, trazado y nivelación de las obras de arte y garantizará la capacidad del personal dispuesto para la ejecución de los trabajos.

El Contratista deberá mantener en obra, en forma permanente y mientras duren los trabajos de ejecución, los equipos y herramientas que sean necesarios para este trabajo, poniéndolos a disposición del Supervisor, cuando éste así lo requiera.

Método de Ejecución

Todo trabajo de replanteo será iniciado previa notificación a la Supervisión, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

El Contratista hará el replanteo de todas las obras a construirse, bajo la directa supervisión.

La localización general, alineamientos, elevaciones y niveles de trabajo serán marcados en el campo para su verificación y deberán poseer puntos de referencia para su restitución en caso de pérdida de estacas, mojones, etc.

En caso de verificarse que no existen puntos de referencia o deterioro de alguno de estos puntos, el Los Bancos de Nivel (BM's) referenciales o auxiliares que obtenga el Contratista para facilitar su trabajo, deben ser monumentados para permitir la seguridad de su inamovilidad y serán cuidadosamente conservados por el Contratista, siendo de su entera responsabilidad, el mantenimiento y la conservación de los mismos.

Las áreas de ubicación de las obras, deberá ser despejada, a costo del Contratista y como parte de los trabajos correspondientes al ítem, de obstáculos, arbustos, y demás impedimentos que no permitan la facilidad del trabajo a realizar.

Una vez determinada la ubicación y cota referencial de cada obra, se referenciará la misma con una estaca situada en proximidad y que estará en un lugar de fácil acceso y en forma tal que no pueda ser destruido, en cuyo caso su reposición será por cuenta exclusiva del

Contratista. La ubicación del punto de referencia será indicada en el Libro de Órdenes, junto al esquema correspondiente, y después que se apruebe el replanteo.

Como quiera que el trabajo de replanteo sea de primordial importancia en el desarrollo posterior de los trabajos, el replanteo de cada obra deberá contar con la aprobación escrita del Supervisor, con anterioridad a la iniciación de cualquier trabajo.

Una vez aprobado el replanteo los trabajos como excavaciones deberán ejecutarse con un control permanente de niveles anchos de zanja, secciones, etc. a fin de evitar sobre excavaciones innecesarias hasta llegar a las cotas establecidas en los planos.

El control de las obras será de acuerdo el avance de obra, el supervisor de la obra se encargará de este control.

Instrumentos topográficos.

Para la ejecución de este ítem se deberá utilizar estación total, en perfecto estado de funcionamiento, capaz de cumplir con las tolerancias permitidas y aprobados por el Ingeniero Supervisor.

Medición

El ítem se medirá por pieza o unidad replanteada en campo o considerándose las distancias que hayan trabajado para localizar el punto de partida.

Formas de Pago

Los trabajos realizados tal como lo prescriben las especificaciones técnicas, aprobadas por el Supervisor, medidos de acuerdo en el punto anterior, serán pagados a los precios unitarios de la Propuesta Económica aceptada y serán en compensación total por todos los materiales, herramientas, equipo, mano de obra y otros gastos directos o indirectos que incidan en su costo.

ITEM N° 24. Excavación con maquinaria p/alcantarillado de paso y tubería de drenaje
UNIDAD: m³

Descripción del Ítem

Esta sección comprende todos los trabajos de excavación con maquinaria para los cimientos de las obras civiles del proyecto, hasta la profundidad indicadas en los planos correspondientes y/o lo especificado por la SUPERVISIÓN. Este trabajo se llevará a cabo utilizando maquinaria, según las dimensiones que se especifica en los planos constructivos y con procedimientos indicados en las presentes especificaciones técnicas o de acuerdo a las instrucciones que emita la SUPERVISIÓN.

Material, Herramientas y Equipo

El contratista realizará los trabajos arriba mencionados con maquinaria con retroexcavadora, las herramientas y equipo conveniente debiendo previamente obtener la aprobación de las mismas por parte de Ingeniero Supervisor.

Método de Ejecución

Para la evaluación de la excavación de los muros de contención, alcantarillas, deberá considerarse la excavación como para terreno duro, semiduro o roca suelta. El CONTRATISTA deberá presentar a la SUPERVISIÓN con la debida anticipación un plan para la excavación correspondiente, esta aprobación del plan del CONTRATISTA no lo liberará de la responsabilidad civil al ocasionar daños a terceros con su procedimiento de construcción. Todo el personal del CONTRATISTA que realice las excavaciones deberá ser personal con mucha experiencia en la excavación de zanjas. Observándose que, en caso de accidentes a los trabajadores en la ejecución de la obra, por falta de la seguridad en el trabajo, el gasto del accidentado correrá por cuenta y riesgo del CONTRATISTA, puesto que es obligación del CONTRATISTA brindar a sus trabajadores la seguridad en el trabajo. Las excavaciones se realizarán con maquinaria y en ciertos casos manualmente, dejando el fondo de la zanja nivelado y terminado de manera que la base de fundación ofrezca un apoyo firme para los cimientos corridos de H°C° y si el caso lo amerite H°A° o para las zapatas individuales de igual forma. En caso de excavar por debajo del límite inferior que ha sido especificado en los planos o indicado por la SUPERVISIÓN, el

CONTRATISTA colocará el exceso del relleno debidamente compactado por su cuenta y riesgo, relleno que deberá ser aprobado previamente a su colocado por la SUPERVISIÓN. El material extraído de la excavación será apilado a un solo lado de la zanja a una distancia mínima de 1.0 mts. del borde de la zanja, de manera que no se produzcan presiones en el lado de la pared respectiva, quedando el otro lado libre para la manipulación de los materiales que se utilizarán para las fundaciones. Durante todo el proceso de excavación el contratista pondrá todo el cuidado necesario para evitar daños a estructuras que se hallen en sitios objeto de la excavación y adoptará las medidas más aconsejables para no interrumpir y dañar los servicios domiciliarios existentes. La información suministrada en los planos es de tipo auxiliar para el CONTRATISTA y no puede ser interpretado como una indicación que lo libere de su responsabilidad de proteger y reponer todas las obras existentes. Las edificaciones, árboles, postes de luz y otros que por efectos de trabajo pudieran verse en peligro, deberán ser debidamente protegidos por el CONTRATISTA, en caso de daño a estas estructuras, los gastos de reparación deberán correr por cuenta del CONTRATISTA.

Medición

La excavación para las obras de arte, se medirán en metros cúbicos (M3), considerando las dimensiones y profundidades indicadas en los planos.

Formas de Pago

Este volumen será cancelado al precio unitario consignado en la propuesta aceptada y deberá ser pagado bajo la denominación excavación en terreno semiduro con maquinaria en m³.

Estos precios serán la compensación total por el equipo, materiales, herramientas, mano de obra, impuesta e imprevista, que en forma directa o indirecta tengan incidencia en los costos de su ejecución, así como el transporte del material sobrante.

ITEM N° 25. Relleno compactado manual s/material relleno

UNIDAD: m³

Descripción del ítem

Este ítem comprende los trabajos de relleno y compactado de las zanjas de las obras de drenaje menor y toda obra menor que requiera relleno y compactado, con material común, siguiendo los procedimientos prescritos en estas especificaciones, así como las instrucciones del Supervisor de obra.

Materiales, Herramientas y Equipo

El contratista realizará los trabajos arriba empleados las herramientas y equipo que considere necesario para la buena ejecución de esta actividad, se utilizará compactador manual para el desarrollo de este ítem, debiendo previamente obtener la aprobación de las mismas por parte del Supervisor.

El material empleado para el relleno, será en lo posible el material proveniente de las excavaciones.

Método de Ejecución

El material de relleno de las zanjas, será en lo posible el mismo que haya sido extraído, salvo que tenga piedras y material orgánico, en cuyo caso el material de relleno será propuesto por el Supervisor de obra.

No son aptos para el relleno, materiales que contengan materias orgánicas, raíces, arcilla, además todo material cuyo peso específico en seco sea menor a 1.600 Kg. /m³.

Las zonas excavadas alrededor de las obras de arte, deberán ser rellenadas con material aprobado, colocado en capas horizontales no más de 30 cm. Hasta llegar nuevamente a la cota del terreno natural original. Cada capa deberá ser humedecida u oreada según sea necesario, y compactada íntegramente.

Al colocar rellenos o construir terraplenes, el material empleado deberá colocarse en lo posible, simultáneamente a la misma cota de elevación, en ambos lados de las alcantarillas. Cuando las condiciones existentes exijan efectuar el relleno más alto de un lado que del otro, el material adicional corresponde al costado más elevado, no deberá ser colocado hasta que el Supervisor lo permita y con preferencia, no debe ser colocado hasta que el supervisor lo permita y con preferencia, no antes que la mampostería estuviera 14 días en su lugar, o hasta que los resultados de ensayos efectuados por el Supervisor,

establezca que la mampostería u hormigón hayan alcanzado suficiente solidez para resistir cualquier presión originada por los métodos aplicados y los materiales puedan ser colocados sin provocar daños a tensiones que excedan de determinado factor de seguridad.

Rellenado y terraplenado para las obras de arte menor

Una vez instalada la tubería, se procederá, a colocar suelo compactado en capas de 20 cm, hasta alcanzar compactaciones de 90% para suelos $IP > 6$ y 95% para suelos de $IP < 6$, alrededor del tubo, para ser apisonado hasta cubrir el 30% inferior de su altura, cada una de dichas capas deberá ser la compactación. Se deberá tener especialmente cuidado, para compactar el material completamente debajo de las partes redondeadas del tubo y de asegurarse que el material de relleno quede en íntimo contacto con los costados de dicho tubo.

Este material de relleno deberá colocarse uniformemente a ambos costados del tubo y en toda la longitud requerida. Excepto cuando así pueda exigirse en un método imperfecto de excavación de zanjas, el material de relleno se deberá colocar en toda la profundidad de la zanja practicada.

Cuando la parte superior del tubo se encuentra sobre la cota superior de la excavación, se deberá, colocar y compactar material de terreno, haciéndolo en capas no más de 15 cm. de espesor.

Medición

El volumen a computarse, estará constituido por la cantidad de material relleno y compactado en el lugar establecido en metros cúbicos, debidamente aprobado por el Supervisor.

Forma de Pago.

El precio será la compensación total por todos los gastos de materiales, equipo, mano de obra, beneficios sociales, etc. y todo gasto directo o indirecto necesario para realizar este trabajo.

ITEM N° 26. Provisión y colocado de material seleccionado (arena)

UNIDAD: m³

Descripción del ítem

Después de unificada la excavación y compactación de la base para la alcantarilla, se procederá al tendido de arena de granulometría media, en un espesor indicado en los planos de detalles., esto con el objeto de servir como base para el tubo metálico armco.

Materiales, Herramientas y Equipos

Todos los materiales, herramientas y equipos serán provistos por el contratista, sujetos a aprobación por parte del Supervisor.

Para la cama de arena, se utilizará arena limpia y seleccionada, que cumpla con las exigencias para preparación de hormigones.

Método de Ejecución

Previamente se verificará la base de la alcantarilla, para el colocado de la cama de arena, la cual deberá estar de acuerdo con los profundidades indicados en los detalles de los planos, además debe tener una resistencia a la fatiga que guarde relación con las normas y especificaciones para alcantarillas; en caso que llegarán a presentarse irregularidades que podrían alterar el perfil de la tubería, deberá previamente corregirse para que una vez corregidas se proceda al colocado de la capa de arena de 10-20cm. de espesor, que servirá para el asentamiento de las tubería; dicha arena no deberá contener sustancias perjudiciales que excedan de los siguientes límites:

Porcentaje en Peso

Máximo admisible	Designación
Terrones de arcilla	1-2
A.A.S.H.T.O. T-112-24	
Carbón o lignito	1-2
A.A.S.H.T.O. T-113~70	
Material que pasa el tamiz N°200	3-5
A.A.S.H.T.O. T- 11-74	

La capa de arena debe tener la siguiente granulometría:

Designación del tamiz		Total que pasa %
No	4	100
No	16	95---100
No	50	40---80
No	100	10---30
N°	200	3---5

La capa de arena debe ser ligeramente compactada con una plancha vibradora y luego alisada con una regla, dándole una pendiente transversal de 2% al 3 %.

El lugar de procedencia de la arena será previamente aprobado por el Supervisor de Obra.

Es imprescindible mantener la base de fundación de la capa de arena completamente seca, ya que los efectos del agua pueden perjudicar los trabajos.

Medición

La medición se efectuará previa autorización por parte del Supervisor, por metro cúbico efectivamente terminado, medido en obra, e indicado en los planos de las presentes especificaciones; no se considerará volúmenes adicionales que estén fuera de lo indicado.

Formas de Pago

El trabajo ejecutado de acuerdo a los planos de la presente especificación, serán pagados al precio unitario de la propuesta aceptada o al precio unitario afectado por la penalización correspondiente. Este precio unitario será compensación por gastos de equipos, herramientas, materiales, mano de obra y otros gastos que incidieran en el mismo.

ITEM N° 27. H°C° p/ alcantarillas de paso 50%pd dosif. 1:2:3

UNIDAD: m³

Descripción del ítem

Consiste en la construcción de elementos de obras de arte menor (alcantarillas tipo alivio y cajón) con Hormigón Ciclópeo, el mismo que debe estar en una proporción de 50 % de piedra desplazadora tipo manzana según su aplicación a realizar ya sea H°C° en base y en elevación.

Estas especificaciones serán las que normen la ejecución de obras de hormigón, para la construcción alcantarillas, ejecutadas en conformidad con los alineamientos, cotas y dimensiones indicadas en los planos y aquellos indicados por el Supervisor, en todo de acuerdo con las presentes especificaciones y las indicadas en la Norma Boliviana del Hormigón.

Alcance:

La construcción en hormigón de acuerdo con estas especificaciones se ajustará a lo siguiente:

El contratista deberá suministrar todos los materiales no locales como el cemento y transportar los materiales locales de los bancos de material tales como la arena, grava y piedra, el contratista proveerá la mano de obra, equipo y herramientas necesarias para la fabricación, transporte, colocación, acabado, protección y curado del hormigón. Suministrar, construir, montar y dismantelar encofrados

Los materiales principales a emplearse en los trabajos de hormigón deberán satisfacer los requisitos del capítulo de Materiales para Hormigón de la Norma Boliviana del Hormigón y los que aquí se indiquen.

Clasificación de los Hormigones

Las mezclas de hormigón serán diseñadas con el fin de obtener las siguientes características de compresión a los 28 días, las mismas que estarán especificadas en los planos o serán fijadas por el Supervisor de acuerdo con la siguiente relación.

Tabla N° 10. Resistencia característica del hormigón.

Clase de hormigón	Resistencia característica a los 28 días
A. mayor o igual a	210 kp/cm ²
B. mayor o igual a	180 kp/cm ²
C. mayor o igual a	150 kp/cm ²

En casos especiales se podrá especificar resistencias características mayores a 200 Kp/cm², pero en ningún caso podrán ser menores a las especificadas anteriormente.

Estas resistencias deberán estar controladas por ensayos previos y durante la ejecución de la obra.

Para el caso particular de la construcción de alcantarillas con Hormigón Ciclópeo, la resistencia que debe alcanzar el Hormigón es de 180 Kg/cm², correspondiente a un Hormigón Tipo B

Materiales, Herramientas y Equipos

El hormigón estará compuesto de cemento del tipo Pórtland normal, agregado grueso y fino, agua, y si el caso requiere los aditivos necesarios.

Materiales

a) Cemento

El cemento a usarse será del tipo Pórtland normal, el mismo deberá llenar las exigencias de las especificaciones según las normas Bolivianas del Hormigón Armado, NB:001 a 014.

En la obra se utilizará un solo tipo de cemento, excepto cuando el supervisor autorice por escrito lo contrario. La cantidad mínima de cemento es de 184 kg/m³.

El contratista proveerá medios adecuados para almacenar el cemento, y protegerlo de la humedad, en caso de disponerse de distintos tipos de cemento, estos deberán almacenarse por separado y no serán mezclados.

En almacenamiento de las bolsas de cemento, estas no deberán ser apiladas en alturas de más de 10 bolsas de alto. Las bolsas de cemento que por cualquier circunstancia hayan

fraguado parcialmente o que contengan terrones de cemento aglutinado, deberán ser rechazadas, el uso del cemento recuperado de bolsas rechazadas o usadas no será permitido.

b) Agregado Grueso (Grava)

Los agregados gruesos para el hormigón deberán ser obtenidos de bancos de préstamo naturales los cuales se encuentran ubicados en el Río Seco, Río Guadalquivir y Río La Victoria que quedan cerca del área del proyecto, serán de origen silíceo, de grano resistente y exenta de impurezas, yeso, ladrillo, material orgánico y cualquier otra impureza; carentes de recubrimiento indeseable y serán sometidos a la verificación y aprobación del Supervisor.

Esta aprobación no libera al contratista de la responsabilidad de la calidad de los agregados.

Los agregados gruesos no podrán tener sustancias perjudiciales que excedan de los porcentajes exigidos en los art. 2.2.3 tabla 2.2.3 de la Norma Boliviana de Hormigón Armado.

Otras sustancias inconvenientes del origen local no podrán exceder al 5% del peso del material.

Los Agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40% al ser sometidos al ensayo de desgaste de los Ángeles (AASHTO T-96)

Los agregados gruesos deberán llenar las exigencias de granulometría exigidas en la norma de la A.S.T.M. C-33 para el o los tamaños fijados y tendrán una gradación uniforme entre los límites especificados.

c) Agregado fino (Arena)

Los agregados finos para el hormigón estarán constituidos por arenas naturales, o aquellas provenientes de otros materiales inertes de característica similares, que posean partículas durables y estén sometidas a la verificación y aprobación del Supervisor.

Los agregados finos provenientes de distintas fuentes de origen no deberán modificarse o almacenarse en el mismo caballete de acopio ni usarse en forma alterada en la misma obra de construcción sin previa autorización del Supervisor.

Los agregados finos no podrán contener sustancias perjudiciales que excedan de los porcentajes dados en la tabla 2.2.3 según el artículo 2.2.3 de la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

Todos los agregados finos serán de graduación uniforme y deberán llenar las exigencias establecidas en la norma de la A.S.T.M. C-33 y el artículo 2.2.2 de la Norma Boliviana del Hormigón Armado.

Los agregados finos de cualquier origen que acusen una variación de modulo, medio de fineza de las muestras representativas enviadas por el contratista, serán rechazadas. Podrán ser aceptadas, sujetos a los cambios en las proporciones de hormigón o en el método de depositar y cargar las arenas, que el Supervisor pueda disponer.

c) Piedra

La piedra a utilizar debe ser tipo manzana, con diámetros inferiores 20 cm, ó caso contrario deben ser menores al 50 % de la dimensión menor de los elementos de alcantarillas.

La piedra debe ser del tipo silícea o cuarzosa, debiendo separarse aquellas que presentan una estructura disgregada.

d) Alambre, clavos

Estos materiales se almacenarán separadamente, a fin de evitar la posibilidad de intercambio de materiales.

e) Madera de Encofrado

Este material será provisto para realizar el encofrado de las alcantarillas.

Equipo

Mezcladora

El mezclado del hormigón se lo realizará con mezcladora, el tiempo de mezclado deberá ser como mínimo de 5 minutos, debiendo la mezcla alcanzar una consistencia pastosa y trabajable pero no debe exceder los asentimientos del cono de Abrams recomendados en la Norma Boliviana del Hormigón.

Las mezclas de prueba deberán ser aprobadas por el supervisor de las obras antes de ser colocadas en obra.

También se utilizará la vibradora tal como se indica en el formulario de presentación de propuestas.

Método de Ejecución

Colocación del Hormigón

El Contratista deberá dar aviso al Supervisor con bastante anticipación del vaciado de hormigón en cualquier parte de las obras de arte para obtener la aprobación de la construcción del encofrado y la preparación para el mezclado y vaciado del hormigón. Sin la autorización del Supervisor, el Contratista no podrá proceder al vaciado del hormigón en ninguna porción de la estructura.

El Supervisor se reserva el derecho de postergar el vaciado del hormigón siempre que las condiciones climáticas sean adversas para un trabajo bien ejecutado. En el caso de amenazas de lluvia, el Contratista está en la obligación de cubrir completamente la porción trabajada. En caso de descenso de temperatura se aplicará lo especificado en la sección correspondiente.

La secuencia u orden en la colocación del hormigón se efectuará en la forma indicada en los planos o en las especificaciones.

La operación de vaciado y se hará de tal manera que se forme un conglomerado homogéneo entre el hormigón y la piedra, es decir, que en primera instancia se debe colocar una capa de hormigón, luego una capa uniforme de piedra, de manera que entre caras de las piedras haya suficiente espacio para el ingreso del hormigón en masa y de esta manera lograr la homogeneidad.

Cada parte del encofrado deberá ser cuidadosamente llenada, depositando el hormigón directamente lo más próximo posible a su posición final. El agregado grueso será retirado de la superficie y el resto del hormigón, forzado con punzones alrededor y bajo las piedras sin que éste. No será permitido el depósito de grandes cantidades de hormigón en un solo lugar para ser esparcido posteriormente.

No se permitirá lanzar hormigón a distancias mayores de 2 metros, ni depositar una gran cantidad en un punto cualquiera, extendiéndola luego sobre los moldes.

La colocación del hormigón deberá regularse de modo que las presiones causadas por el concreto húmedo no excedan de las consideradas al diseñar los moldes.

Vibrado del hormigón

Se usará vibradores externos a los encofrados, ya que internamente esta tarea se dificulta por la presencia de la piedra en un 40-50% del volumen de los elementos, esta tarea se

realizará por un tiempo suficiente para permitir la penetración en las aristas y esquinas del encofrado y el recubrimiento de todas las piedras.

Los vibradores serán de tipo aprobado por el SUPERVISOR con capacidad de afectar visiblemente una mezcla bien establecida, a una distancia de por lo menos 0.45 metros desde el vibrador.

Los vibradores no serán colocados contra los moldes o las piedras ni podrán utilizarse para desparramar o conducir el hormigón al lugar de su colocación. Los vibradores deberán manipularse para producir un hormigón carente de vacíos, de textura adecuada en las caras expuestas y de una consolidación máxima. No se deberá mantener los vibradores durante tanto tiempo en un mismo lugar que produzca una segregación del hormigón, o la superficie presente un aspecto lechoso.

Curado del Hormigón

Curado con agua

Todas las superficies del hormigón se mantendrán húmedas durante 7 días por lo menos después de su colocación, en caso de haberse usado el cemento Pórtland normal y durante tres días cuando el cemento empleado sea de fraguado rápido.

Dichos materiales deberán permanecer en su lugar durante el periodo completo de curado, o podrán ser retirados cuando el concreto haya fraguado lo suficiente como para impedir que se deforme, luego de lo cual la citada superficie será protegida inmediatamente con arena, tierra, paja, o materiales similares.

En todos los casos los materiales citados se mantendrán bien humedecidos, durante todo el periodo de curado. Todas las demás superficies no protegidas por moldes serán mantenidas húmedas, ya sea mediante regado de agua o por el uso de arpilleras, paños de algodón u otras telas adecuada, húmedas, hasta el final del periodo de curado.

Medición

La cantidad de hormigón ciclópeo a pagar será constituido por el número de metros cúbicos de dicho material, en sus distintas clases, colocado en la obra y aceptado.

Al calcular el número de metros cúbicos de hormigón, para su pago, las dimensiones usadas serán las fijadas en los planos y ordenadas por escrito por el SUPERVISOR, pero las mediciones practicadas no deberán incluir hormigón alguno empleado en la construcción de tablestacas o andamios.

Formas de Pago

Las cantidades denominadas en forma antes indicada, se pagarán a los precios contractuales, por unidad de medición, para los ítems más abajo detallados, y que figuren en el programa de licitación, cuyos precios y pagos serán la compensación total en concepto de suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda la mano de obra, equipo herramientas, imprevistos y gastos directos e indirectos necesarios para la ejecutar la obra especificada en esta sección, y otros ítems de contrato incluidos en la estructura terminada.

Con excepción del trabajo específicamente incluido bajo otros ítems de pago anotados en el formulario de licitación, la compensación por todo el trabajo especificado en la sección deberá considerarse como incluida en los ítems de pago respectivos, que se anotan a continuación y que aparecen en el formulario de licitación.

ITEM N° 28. Provisión y colocado de tubos ARMCO de d=450 mm e=2 mm

UNIDAD: m

Descripción del ítem

Este ítem comprende la provisión y colocación de alcantarillas de chapa ARMCO, con un Ø de 1,00mts y E=2mm para la conformación de las alcantarillas de alivio.

Los tubos y chapas para bóvedas de metal corrugado deberán ser galvanizados y obedecer las exigencias de las especificaciones AASHTO M-36 y AASHTO M-167.

La corrugación adoptada en el diseño es de 2 2/3 x 1/2 pulgadas para tubos de diámetro menor a 2.00 m., y de 6 x 2 pulgadas para diámetros mayores a 2.00 m. y chapas de alcantarillas bóveda.

Materiales, Herramientas y Equipos

El contratista deberá adquirir los materiales necesarios y exigidos para la realización de cada uno de los ítems y elegirá la capacidad y naturaleza del equipo y herramientas más adecuadas a utilizar para realizar la excavación, en un período de tiempo acorde con el cronograma de trabajo propuesto.

El contratista presentará todos los tubos para alcantarillas al Supervisor para su aprobación, así mismo una relación detallada de los materiales, herramientas y equipo a utilizar.

Método de Ejecución

La corrugación y espesor de las chapas (calibre) de los tubos, serán los indicados en el diseño. El Contratista podrá proponer corrugaciones diferentes, siempre que estas resulten en capacidad de carga igual o superior a la del diseño y no alteren los precios contractuales.

La preparación del lecho de fundación, relleno de fundaciones, así como el relleno de las zanjas y terraplenes adyacentes se harán de acuerdo a lo prescrito en el ítem Relleno Compactado Manual y en conformidad con la especificación de excavación y relleno.

El lecho de fundación, cuando así lo disponga el diseño, deberá ser arqueado a fin de evitar la formación de una depresión en la línea de escurrimiento de la alcantarilla debido al asentamiento producido por el relleno. La altura a arquear será indicada en el diseño durante la construcción, dependiendo de la gradiente de la alcantarilla, la altura del terraplén y las características de asentamiento del suelo de fundación.

Las planchas de los tubos se colocarán con las secciones firmemente unidas entre sí, siguiendo las especificaciones del fabricante previamente aprobado por el Supervisor.

Los tubos se colocarán rigurosamente de acuerdo al alineamiento y cotas del diseño. Todo tubo mal alineado, indebidamente asentado después de su colocación, o dañado, será extraído y recolocado o reemplazado, sin derecho a compensación alguna.

Todos los tubos serán transportados y manipulados de modo que se evite su abollamiento, escamado o rotura de sus recubrimientos protectores. En ningún caso podrán arrastrarse sobre el suelo ni ejecutar los terraplenes adyacentes con piedras, de modo a evitar daños en el revestimiento.

Cuando se indique un apuntalamiento de los tubos, su diámetro vertical será aumentado en un 5% por medio de gatos adecuados aplicados después de haberse colocado toda la tubería, en el lecho preparado y antes de rellenar. El 5% de aumento será uniforme en todo el largo de la alcantarilla, excepto cuando los planos indiquen que podrá reducirse

gradualmente debajo de los taludes laterales del terraplén, hasta llegar a cero en los extremos de la alcantarilla. El tubo se mantendrá en esta forma por medio de repisas y puntales, o por tensores horizontales de acuerdo a los detalles indicados en los planos. En los tubos pavimentados sólo deberán usarse tensores horizontales. La remoción del apuntalamiento deberá realizarse pasados los 90 días, como mínimo, de la conclusión del relleno, o antes, solamente con autorización por escrito el Supervisor.

Medición

Este ítem será medido en metros lineales de tubería colocada y terminada, aprobado y determinado entre los extremos de la alcantarilla. Las mediciones serán de acuerdo a lo proyectado en los planos y verificadas en obra. Los excedentes de corte que no fueran autorizadas por el Supervisor por escrito no serán computados ni pagados.

Formas de Pago

Los trabajos ejecutados de acuerdo a lo especificado y medidos según el acápite anterior. Serán pagados por metro lineal colocado y terminado, al precio unitario de la propuesta aceptada. Este pago es la compensación total de gastos de materiales, mano de obra, maquinaria, herramientas, gastos administrativos, etc. y otros concernientes a la ejecución de este ítem.

ITEM N° 29. Toma de tierra de alumbrado público con pica

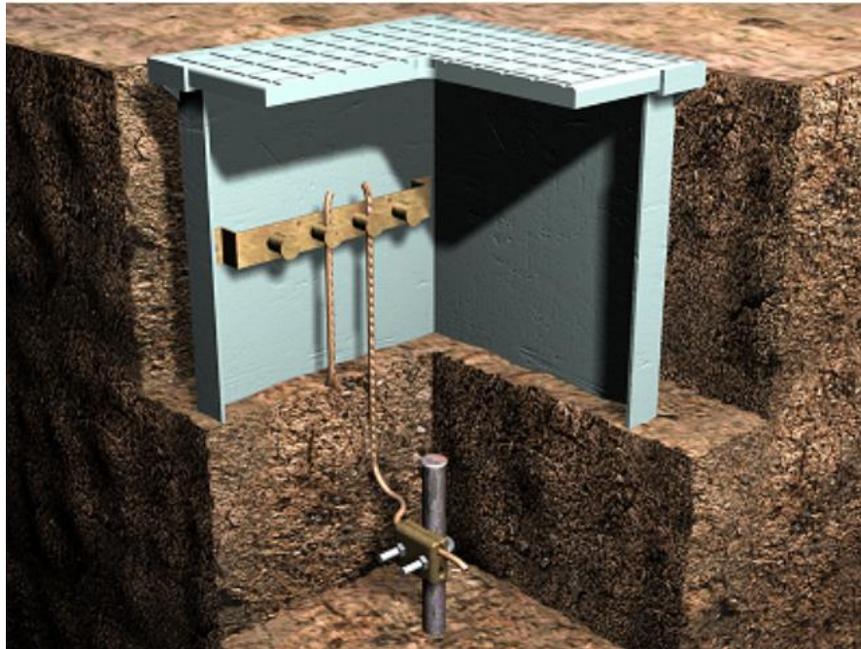
UNIDAD: Pza

Toma de tierra de alumbrado público con electrodo de acero cobreado de 2 m de longitud

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Toma de tierra de alumbrado público, compuesta por electrodo de 2 m de longitud hincado en el terreno, conectado a puente para comprobación, dentro de una cámara de inspección de polipropileno de 30x30 cm. Incluso replanteo, excavación para la cámara de inspección, hincado del electrodo en el terreno, colocación de la cámara de inspección, conexión del electrodo con la línea de enlace mediante grapa abarcón, relleno con tierras de la propia excavación y aditivos para disminuir la resistividad del terreno y conexionado a la red de tierra mediante puente de comprobación. Totalmente montada, conexionada y probada.

Figura N° 2: Toma de tierra de alumbrado público con pica



Fuente: Generador de precios de la construcción Bolivia

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS ÍTEMS DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo. Excavación. Hincado del electrodo. Colocación de la cámara de inspección. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Relleno de la zona excavada. Conexión a la red de tierra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Los contactos estarán debidamente protegidos para garantizar una continua y correcta conexión.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerán todos los elementos frente a golpes, materiales agresivos, humedades y suciedad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

ITEM N° 30. Conductor aislado de tierra de alumbrado público

UNIDAD: m

Conductor aislado de tierra de alumbrado público formado por cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).

Figura N° 3: Conductor aislado de tierra de alumbrado público



Fuente: Generador de precios de la construcción Bolivia

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Conductor aislado de tierra de alumbrado público formado por cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso parte proporcional de uniones realizadas con grapas y bornes de unión. Totalmente montado, conexionado y probado.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS ÍTEMS DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación. Se comprobarán las separaciones mínimas de las conducciones con otras instalaciones.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo. Tendido del conductor aislado de tierra. Conexión del conductor aislado de tierra.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

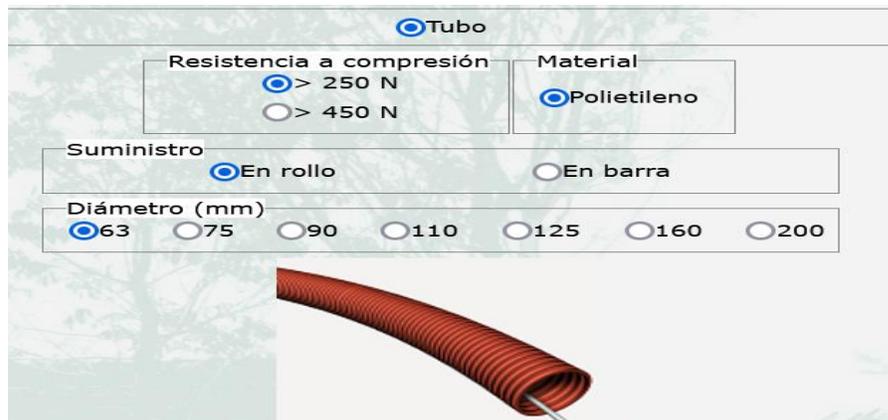
Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto

ITEM N° 31. Canalización subterránea de protección del cableado

UNIDAD: m

Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 63 mm de diámetro

Figura N° 4: Canalización subterránea de protección del cableado



Fuente: Generador de precios de la construcción Bolivia

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Canalización subterránea de protección del cableado de alumbrado público, formada por tubo protector de polietileno de doble pared, de 63 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo. Incluso hilo guía. Totalmente montada, conexiónada y probada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS ÍTEMS DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación. Se comprobarán las separaciones mínimas de las conducciones con otras instalaciones.

DEL CONTRATISTA.

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo. Colocación del tubo.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Los registros serán accesibles.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

ITEM N° 32. Farola con columna metálica

UNIDAD: pza

Farola, modelo Rama "SANTA & COLE", de 4700 mm de altura, compuesta por columna cilíndrica de acero galvanizado pintado y 1 luminaria rectangular de poliamida, de 1163x200x98 mm, color gris, para lámpara de vapor de sodio a alta presión HST-MF de 100 W. El precio no incluye la excavación.

Figura N° 5: Farola con columna metálica

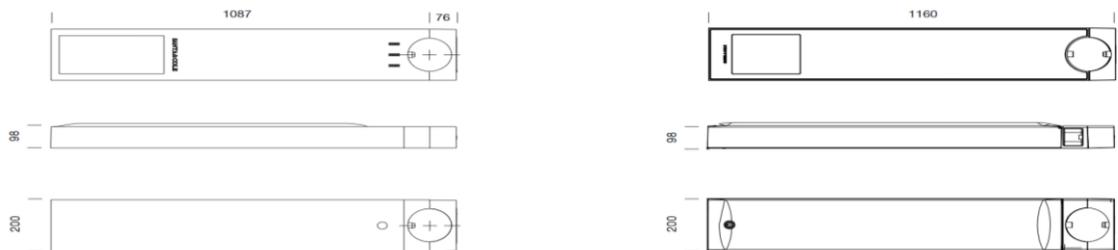


Fuente: Generador de precios de la construcción Bolivia

FAROLA RAMA

Esta farola es un árbol de luz que nació con un triple objetivo: ofrecer una iluminación proyectada hacia el pavimento, consumos reducidos y un número opcional de luminarias en distintas alturas y posiciones. Luminaria para alumbrado exterior prevista para el alojamiento de lámparas de descarga de vapor de sodio alta presión, halogenuros metálicos o de fluorescencia compacta. Opcionalmente se pueden incluir equipos de doble nivel para línea de mando. La luminaria Rama se presenta en dos modelos que se distinguen por el cambio de material en su fabricación: poliamida o aluminio inyectado.

Figura N° 6: Dimensiones de farola rama



Fuente: SANTA & COLE. Farolas. Modelo Rama. Ficha técnica

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Farola, modelo Rama "SANTA & COLE", de 4700 mm de altura, compuesta por columna cilíndrica de acero galvanizado pintado, de 127 mm de diámetro y 1 luminaria rectangular de poliamida, de 1163x200x98 mm, color gris, con óptica de alto rendimiento de aluminio anodizado y cierre de vidrio templado, para lámpara de vapor de sodio a alta presión HST-MF de 100 W, clase de protección I, grado de protección IP66. Incluso dado de cimentación realizado con hormigón simple H21, para un ambiente no severo, tamaño máximo del agregado 20 mm, consistencia plástica, lámpara, accesorios y elementos de anclaje. Totalmente montada, conexionada y comprobada.

LUMINARIA·

FIJACIÓN A COLUMNA

Fijación del cuerpo a través de semi-ibrida de aluminio o poliamida mediante tornillería acero inoxidable. La placa porta-equipos es de fácil extracción. Equipos preparados para lámparas VSAP y HM. Para mejorar la eficiencia energética de la luminaria, opcionalmente puede incorporar equipos regulables de doble nivel.

INSTALACIÓN DE LA LUMINARIA

La luminaria se entrega montada. La apertura se realiza por la parte superior mediante un cierre de ½ de vuelta. La tapa queda sujeta al cuerpo por un pistón de gas que facilita el mantenimiento. Incorpora juntas de estanqueidad de mouse de EPDM. Con la farola se adjuntan las instrucciones de montaje.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS ÍTEMS

DEL SOPORTE.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Formación de cimentación de hormigón simple. Preparación de la superficie de apoyo. Fijación de la columna. Colocación de la luminaria. Conexionado. Colocación de la lámpara y accesorios. Limpieza del elemento.

INSTALACIÓN

La columna se fija mediante cubo de hormigón realizado in situ y pernos de anclaje, 20 cm por debajo del pavimento. La cimentación debe prever la ranura para la conexión eléctrica. El conjunto se entrega desmontado. Con la farola se adjuntan las instrucciones de montaje. Con la columna se entregan la plantilla y los pernos de anclaje.

Opción de soporte mural de acero inoxidable AISI 304.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El nivel de iluminación será adecuado y uniforme. Tendrá una adecuada fijación al soporte.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

ANEXO 13
DISEÑO DE INTERSECCIÓN

ANEXO 13
DISEÑO DE INTERSECCIÓN

El diseño de intersecciones entre ciclovías y calles tiene un impacto significativo en el confort y en la movilidad del usuario. Debido a los conflictos potenciales en estas zonas es que debe realizarse un diseño cuidadoso para predecir y ordenar los movimientos entre los ciclistas que andan por la ciclovía y los automovilistas.

Cada intersección es única y necesita de juicio ingenieril para determinar el diseño apropiado.

En la siguiente tabla se detalla las intersecciones en los diferentes tramos de la ciclovía:

Tabla N° 1: Intersecciones

Intersección	Descripción
1	Av. José Julián Pérez
2	Av. La Banda
3	Av. Los Sauces
4	Av. Luis de Fuentes
5	Av. Luis de Fuentes y Psj. Zedeño
6	Av. José María Avilés y Av. Carlos Zenteno
7	Av. Mario Cossío C. y Av. Horacio Aramayo
8	C/ Manuel Uriondo y Av. Horacio Aramayo
9	Av. Los Ceibos y Av. Horacio Aramayo
10	Av. Francisco Uriondo y Av. Horacio Aramayo

Fuente: Elaboración propia

Aspectos de diseño geométrico en cruces.

- La intersección debe ser visible para ambos, ciclista y automovilista.
- Se deben mantener visuales sin obstrucciones para satisfacer las necesidades de control del tráfico provisto.
- Las intersecciones deben tener pendientes planas.
- Se debe tratar de que las intersecciones sean lo más próximas a un ángulo recto, a partir de las condiciones existentes.

- Las intersecciones deben estar suficientemente espaciadas para estar fuera del área funcional de intersecciones adyacentes.

Medidas apropiadas para el cruce.

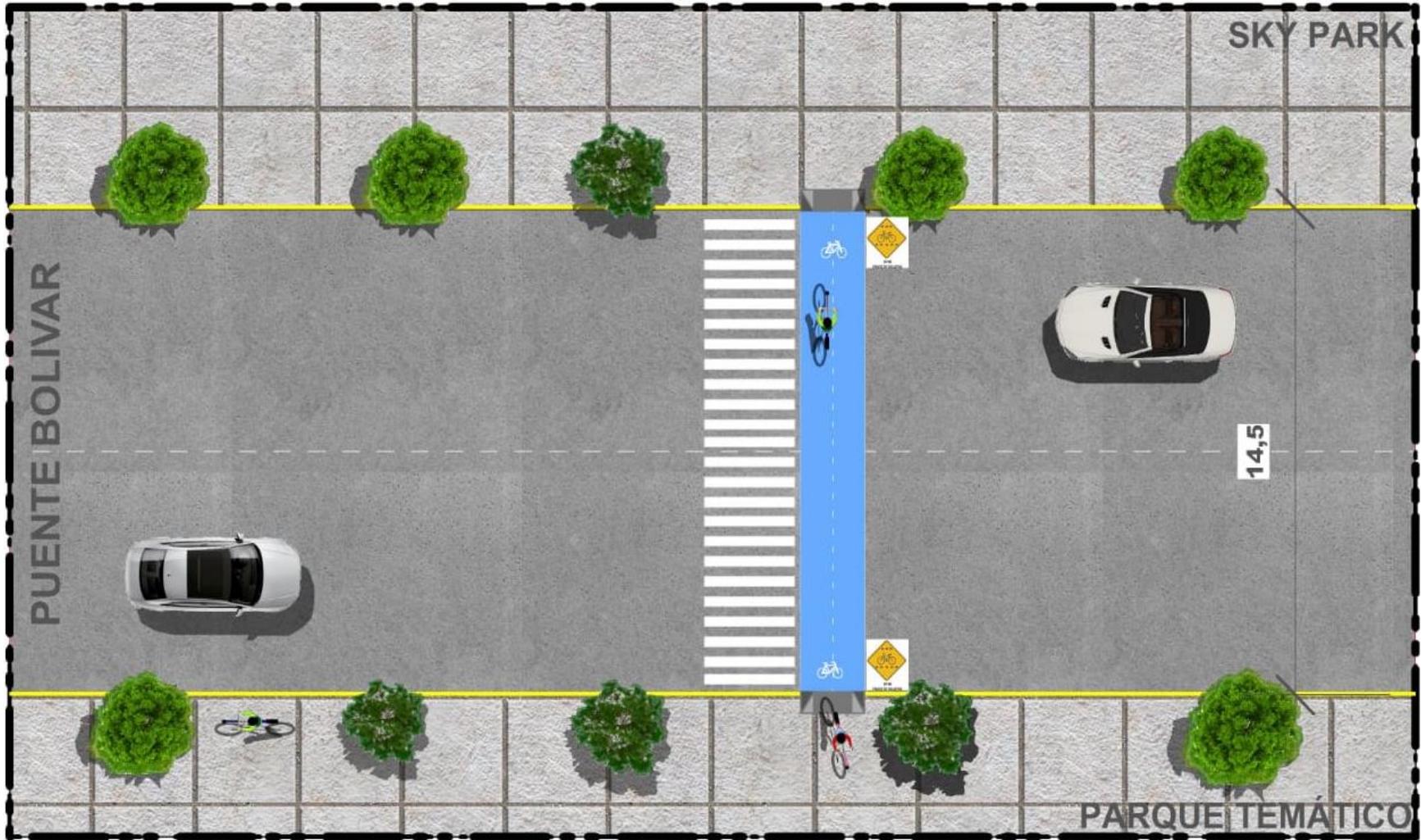
Se recomienda pintar sendas peatonales de alta visibilidad en cruces que no poseen dispositivos de control. En otros casos será necesario, además, tomar otras medidas, tales como:

- Reducir la velocidad del tráfico.
- Acortar la distancia de cruce.
- Promover la atención de los automovilistas cerca del cruce.

Hay tres medidas que pueden tomarse para disminuir la frecuencia y la severidad de los choques en las intersecciones:

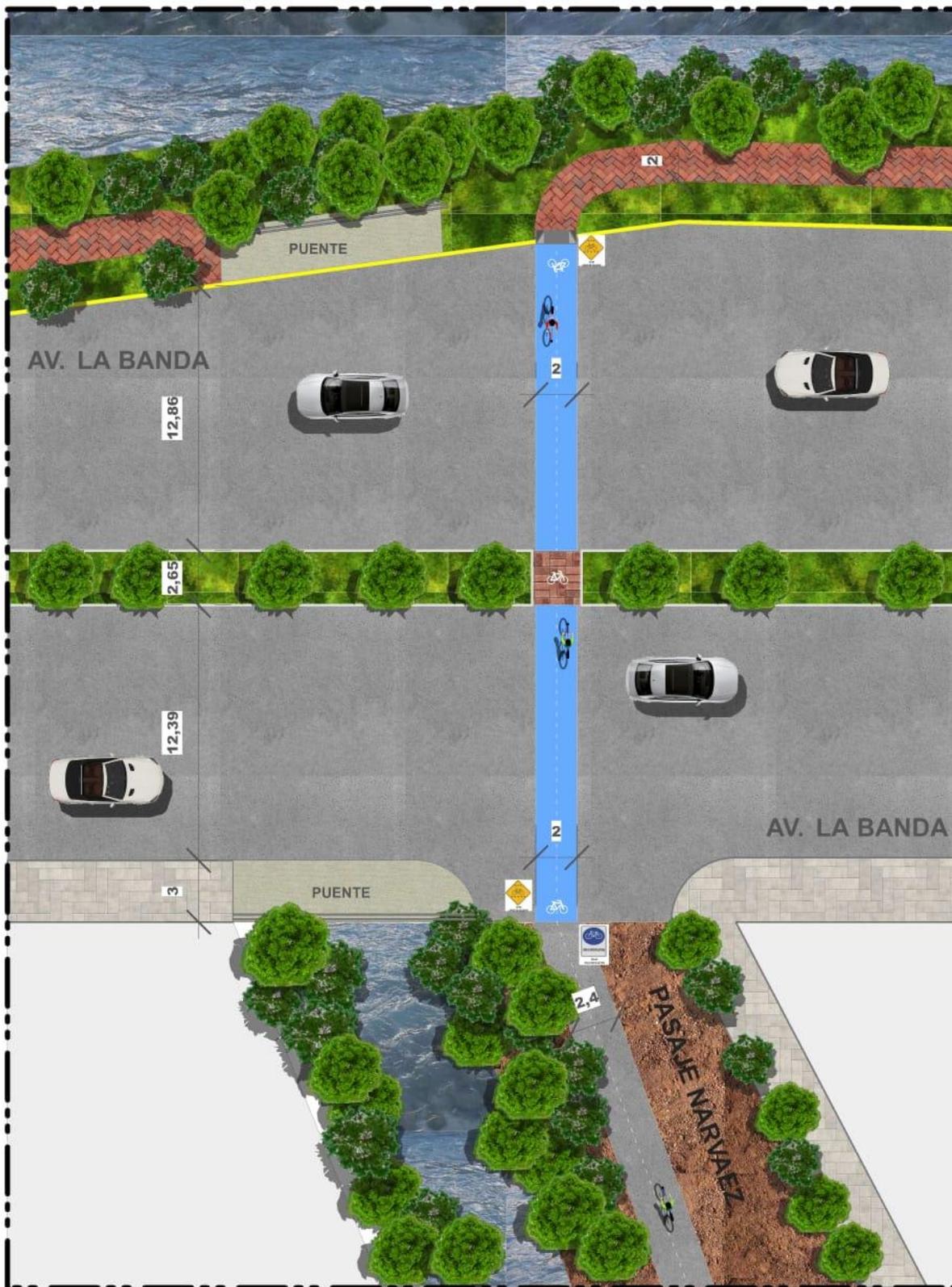
- Disminuir la velocidad de ambos, ciclistas y automovilistas.
- Predecir el comportamiento de ambos, ciclistas y automovilistas.
- Limitar la exposición en estos puntos de conflicto tanto como sea posible acortando el cruce.

Figura N° 1: Interseccion 1 Av. José Julián Pérez



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks.

Figura N° 2: Interseccion 2 Av. La Banda



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks

Figura N° 3: Interseccion 4 Av. Luis de Fuentes



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks

Figura N° 4: Intersección 6 Av. José María Avilés y Av. Carlos Zenteno



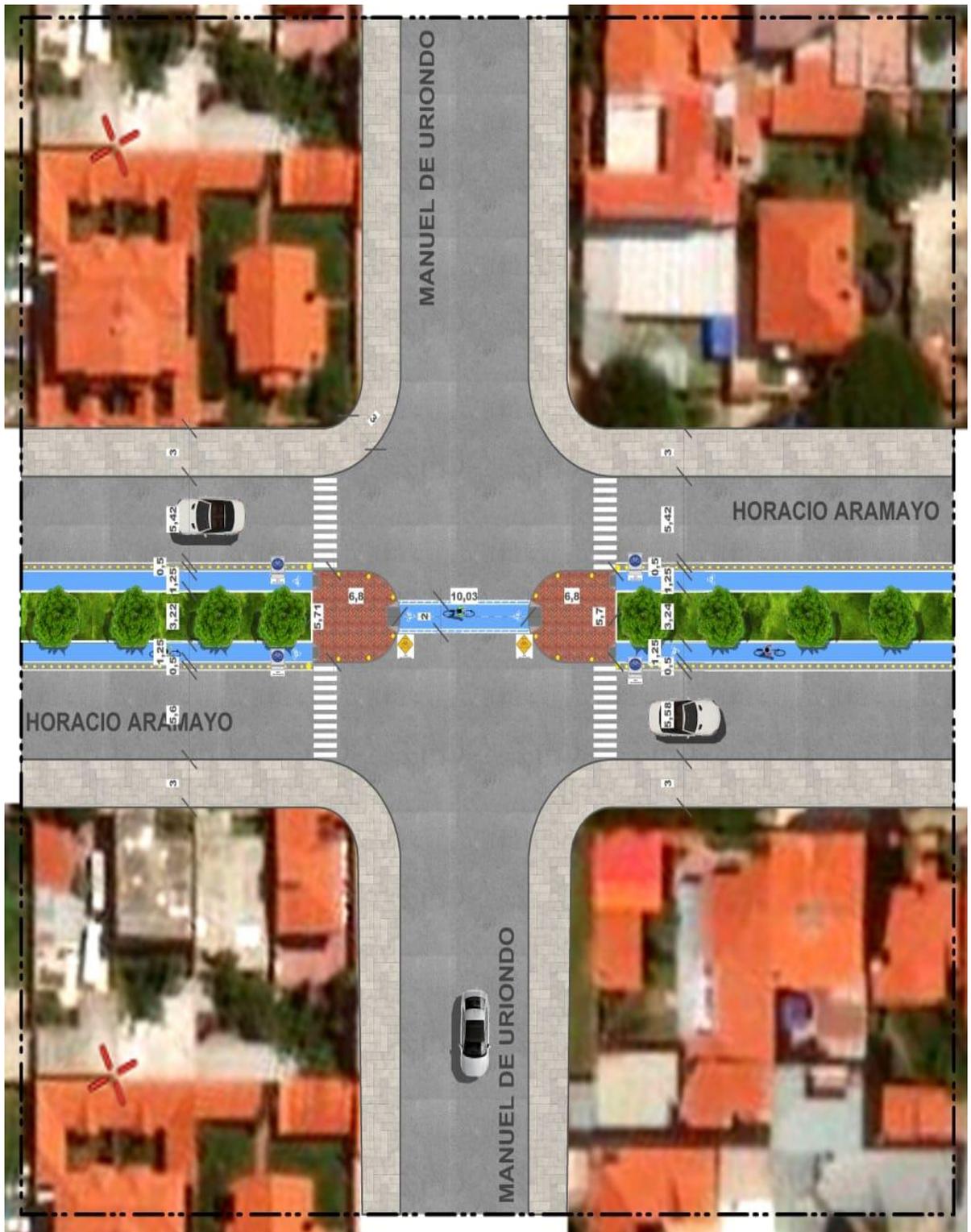
Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks

Figura N° 5: Intersección 7 Av. Mario Cossío C. y Av. Horacio Aramayo



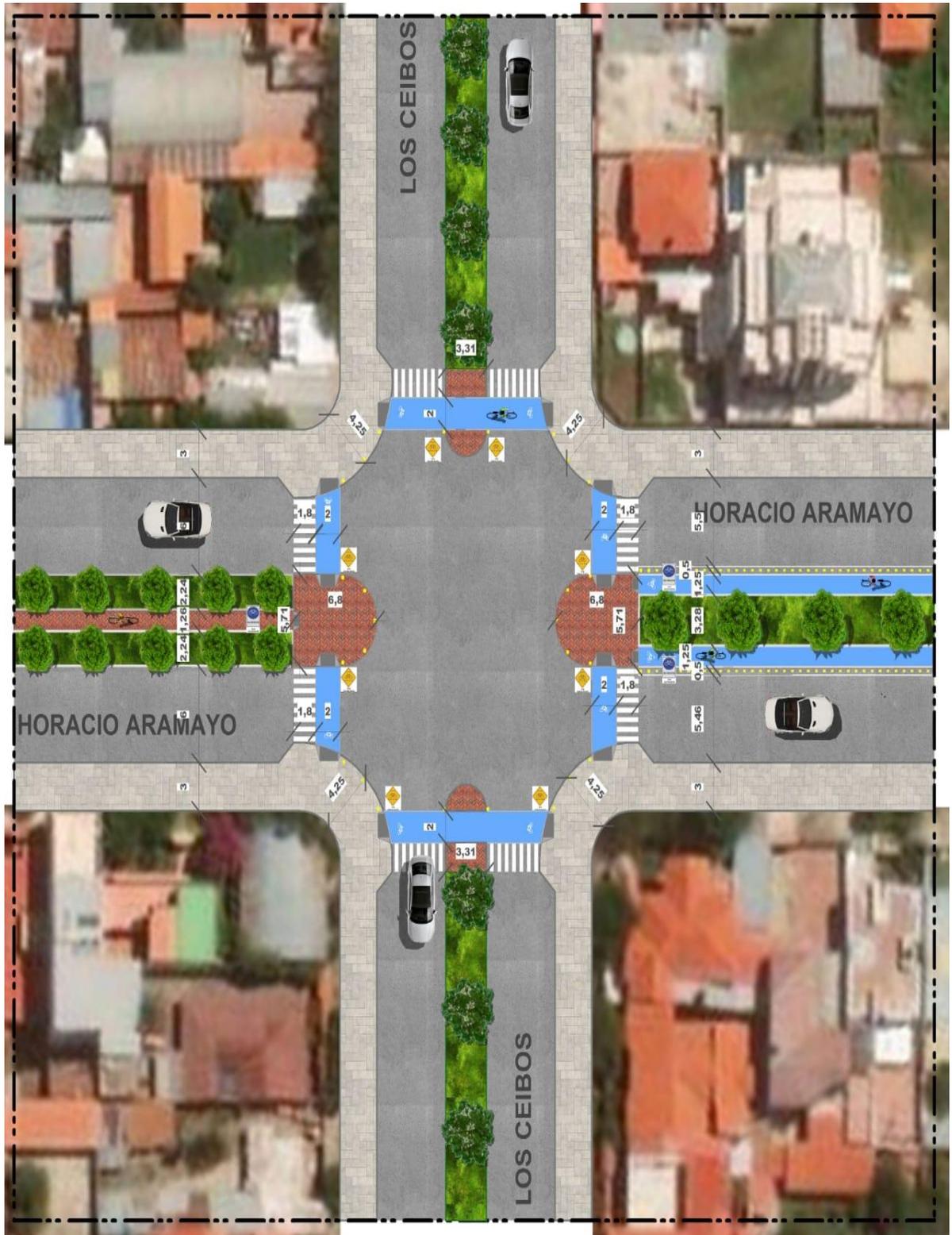
Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks

Figura N° 6: Intersección 8 C/ Manuel Uriondo y Av. Horacio Aramayo



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks

Figura N° 7: Intersección 9 C/ Manuel Uriondo y Av. Horacio Aramayo



Fuente: Elaboración propia, programa VectorWorks