

muestra la *Tabla 119* obtenida con el factor de hora pico de la *Tabla 118* , cuyas tasas de flujo para cada dirección de viaje se grafica en la *Figura 149* , para la mañana y tarde respectivamente, con la siguiente ecuación:

$$v = \frac{V}{FHP}$$

Dónde

v = Tasa de flujo para un periodo máximo de 15 minutos (p / h),

V = Volumen por hora (p / h), y

FHP = Factor de hora pico.

Tabla 119. Tasas de flujo para la calle Atoqsaycuchi

Hora de control	Volumen (p/h)			FHP	Tasa de flujo v (p/h)		
	A	B	Total		A	B	Total
Mañana 09:30 -09:45	22	78	100	0.83	26	94	120
Tarde 18:00 -18:15	38	74	112	0.76	50	98	148

Fuente: Elaboración propia



Figura 149. Diagrama de tasa de flujo de la calle Atoqsaycuchi

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.2 Toma de datos

Calle Carmen Alto

Tabla 120. Volumen de la hora pico para la calle Carmen Alto tramo 1-Mañana

Hora de control 09:00 -10:00	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
Volumen (p/h)	11	10	31	26	42	36	78
V15 (p/15min)	4	0	11	10	15	10	25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 121. Volumen de la hora pico para la calle Carmen Alto tramo 1-Tarde

Hora de control 17:45 -18:45	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
Volumen (p/h)	12	7	107	64	119	71	190
V15 (p/15min)	1	0	37	20	38	20	58

Fuente: Elaboración propia

Tabla 122. Porcentaje por tipo de peatón en la calle Carmen Alto tramo 1

Hora de control	Tipo de Peatón	Peatón Vulnerable	Peatón no Vulnerable	Total
		A-B	A-B	
Mañana 09:00 -10:00	Volumen (p/h)	21	57	78
	%	27%	73%	100%
Tarde 17:45 -18:45	Volumen (p/h)	19	171	190
	%	10%	90%	100%

Fuente: Elaboración propia

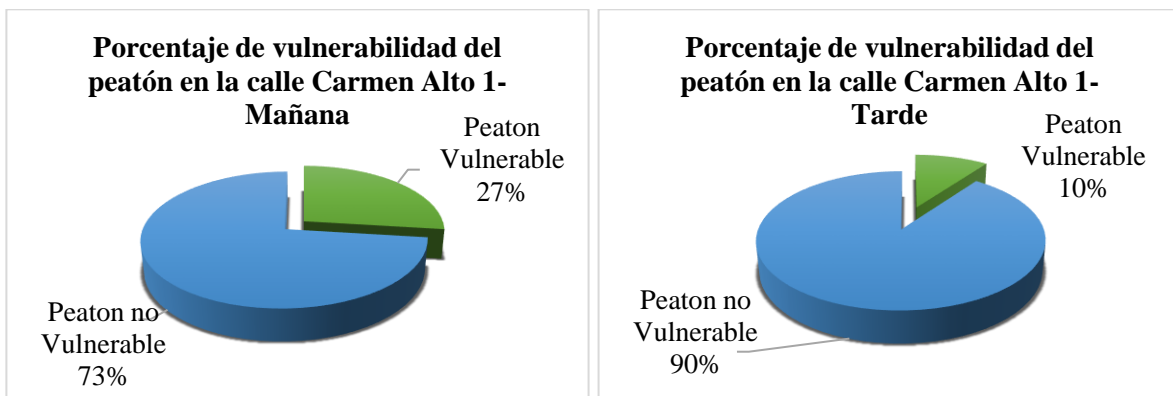


Figura 150. Porcentaje del tipo de peatón de la calle Carmen Alto

Tabla 123. Cálculo del factor de hora en la calle Carmen Alto tramo 1

Hora de control	Volumen (p/h)	V15 (p/15min)	FHP	Hora de control
Mañana	09:00 -10:00	78	25	0.78
Tarde	17:45 -18:45	190	58	0.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 124. Tasas de flujo para la calle Carmen Alto tramo 1

Hora de control		Volumen (p/h)			FHP	Tasa de flujo v (p/h)		
		A	B	Total		A	B	Total
Mañana	09:30 -09:45	42	36	78	0.78	54	46	100
Tarde	18:00 -18:15	119	71	190	0.82	145	87	232

Fuente: Elaboración propia

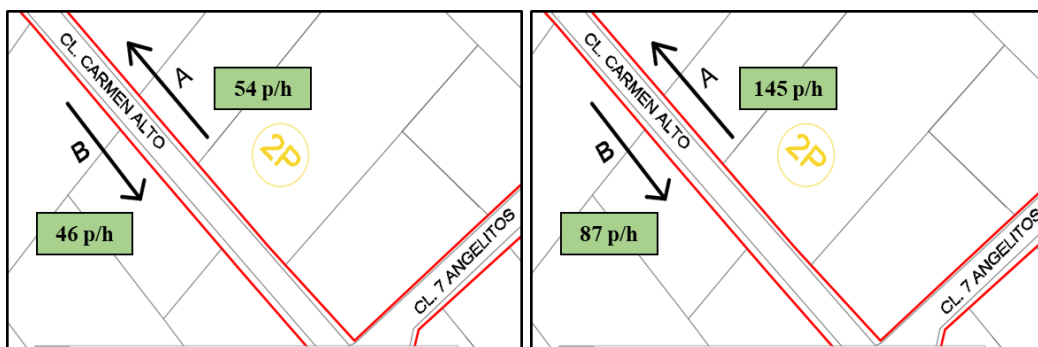


Figura 151. Diagrama de tasa de flujo de la calle Carmen Alto tramo 1

Fuente: Elaboración propia

Calle Canchipata

Tabla 125. Volumen de la hora pico para la calle Canchipata-Mañana

Hora de control	Peatón Vulnerable				Total		Total
					A	B	
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B			
09:00 -10:00	5	10	16	56	21	66	87
Volumen (p/h)	5	10	16	56	21	66	87
V15 (p/15min)	2	7	3	26	5	33	38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 126. Volumen de la hora pico para la calle Canchipata-Tarde

Hora de control	Peatón Vulnerable				Total		Total
					A	B	
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B			
17:45 -18:45	35	45	124	166	159	211	370
Volumen (p/h)	35	45	124	166	159	211	370
V15 (p/15min)	10	16	32	60	42	76	118

Fuente: Elaboración propia

Tabla 127. Porcentaje por tipo de peatón en la calle Canchipata

Hora de control	Tipo de Peatón	Peatón Vulnerable	Peatón no Vulnerable	Total
		A-B	A-B	
Mañana 09:00 -10:00	Volumen (p/h)	15	72	87
	%	17%	83%	100%
Tarde 17:45 -18:45	Volumen (p/h)	80	290	370
	%	22%	78%	100%

Fuente: Elaboración propia

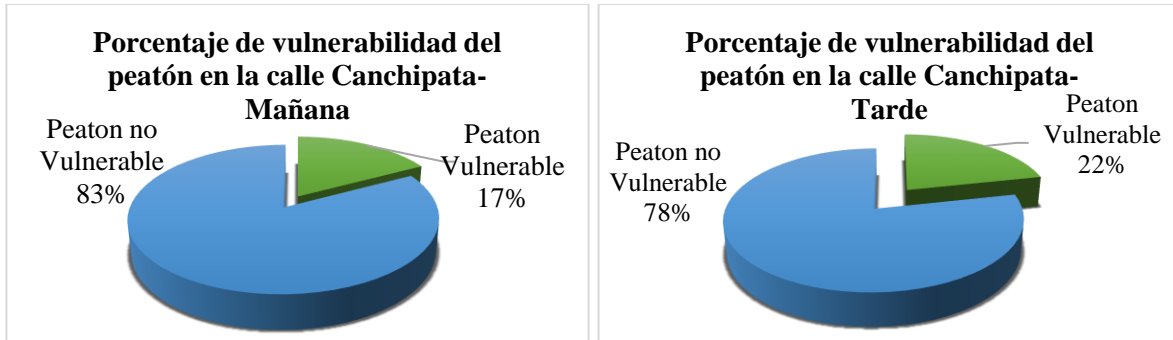


Figura 152. Porcentaje del tipo de peatón de la calle Canchipata

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128. Cálculo del factor de hora en la calle Canchipata

Hora de control	Volumen (p/h)	V15 (p/15min)	FHP	Hora de control
Mañana	09:00 -10:00	87	38	0.57
Tarde	17:45 -18:45	370	118	0.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 129. Tasas de flujo para la calle Canchipata

Hora de control	Volumen (p/h)	FHP	Tasa de flujo v (p/h)		
			A	B	Total
Mañana 09:30 -09:45	21 66 87	0.57	37	115	152
Tarde 18:00 -18:15	159 211 370	0.78	203	269	472

Fuente: Elaboración propia

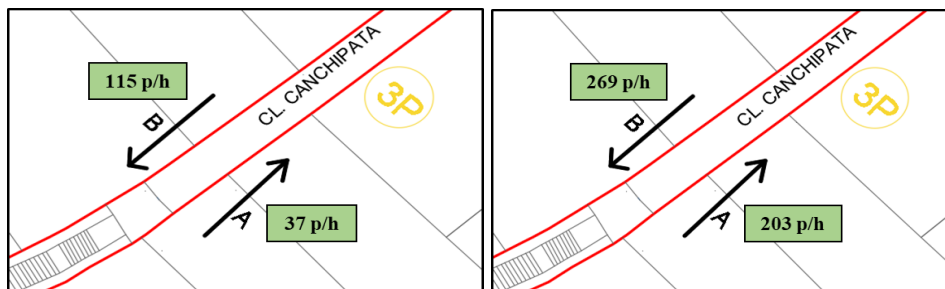


Figura 153. Diagrama de tasa de flujo de la calle Canchipata

Fuente: Elaboración propia

Calle Carmen Alto tramo 2

Tabla 130. Volumen de la hora pico para la calle Carmen Alto tramo 2-Mañana

Hora de control 09:00 -10:00	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
Volumen (p/h)	0	1	33	60	33	61	94
V15 (p/15min)	0	1	17	24	17	25	42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131. Volumen de la hora pico para la calle Carmen Alto tramo 2-Tarde

Hora de control 17:45 -18:45	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
Volumen (p/h)	5	2	123	134	128	136	264
V15 (p/15min)	0	1	39	51	39	52	91

Fuente: Elaboración propia

Tabla 132. Porcentaje por tipo de peatón en la calle Carmen Alto tramo 2

Hora de control	Tipo de Peatón Sentido	Peatón Vulnerable	Peatón no Vulnerable	Total
		A-B	A-B	
Mañana 09:00 -10:00	Volumen (p/h)	1	93	94
	%	1%	99%	100%
Tarde 17:45 -18:45	Volumen (p/h)	7	257	264
	%	3%	97%	100%

Fuente: Elaboración propia

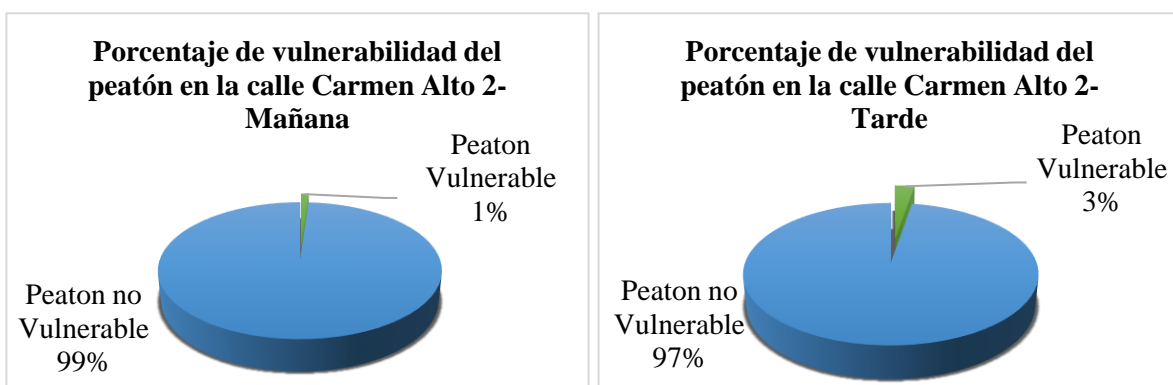


Figura 154. Porcentaje del tipo de peatón de la calle Carmen Alto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 133. Cálculo del factor de hora en la calle Carmen Alto tramo 2

Hora de control	Volumen (p/h)	V15 (p/15min)	FHP	Hora de control
Mañana	09:00 -10:00	94	42	0.56
Tarde	17:45 -18:45	264	91	0.73

Fuente: Elaboración propia

Tabla 134. Tasas de flujo para la calle Carmen Alto tramo 2

Hora de control	Volumen (p/h)	Tasa de flujo v (p/h)			FHP	Tasa de flujo v (p/h)		
		A	B	Total		A	B	Total
Mañana	09:30 -09:45	33	61	94	0.56	59	109	168
Tarde	18:00 -18:15	128	136	264	0.73	176	188	364

Fuente: Elaboración propia

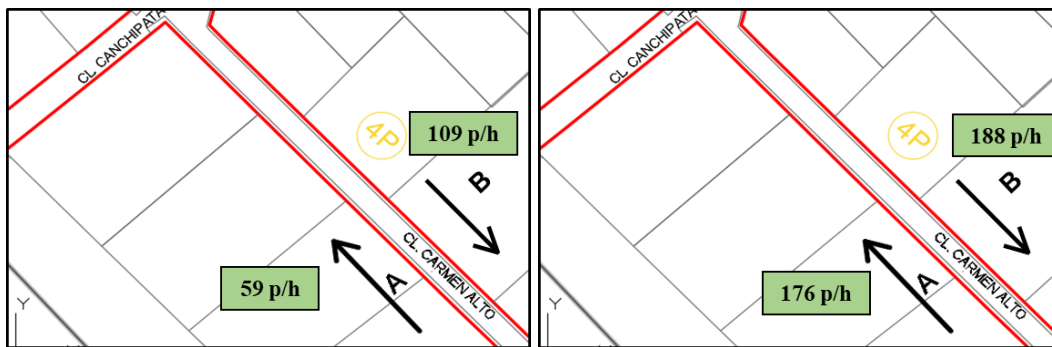


Figura 155. Diagrama de tasa de flujo de la calle Carmen Alto tramo 2-mañana

Fuente: Elaboración propia

Calle Cuesta San Blas

Tabla 135. Volumen de la hora pico para la calle Cuesta San Blas-Mañana

Hora de control	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
09:00 -10:00	14	12	194	286	208	298	506
Volumen (p/h)	14	12	194	286	208	298	506
V15 (p/15min)	7	4	62	94	69	98	167

Fuente: Elaboración propia

Tabla 136. Volumen de la hora pico para la calle Cuesta San Blas-Tarde

Hora de control	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
17:45 -18:45	24	25	392	479	416	504	920
Volumen (p/h)	24	25	392	479	416	504	920
V15 (p/15min)	7	5	99	151	106	156	262

Fuente: Elaboración propia

Tabla 137. Porcentaje por tipo de peatón en la calle Cuesta San Blas

Hora de control	Tipo de Peatón	Peatón Vulnerable	Peatón no Vulnerable	Total
		A-B	A-B	
Mañana 09:00 -10:00	Volumen (p/h)	26	480	506
	%	5%	95%	100%
Tarde 17:45 -18:45	Volumen (p/h)	49	871	920
	%	5%	95%	100%

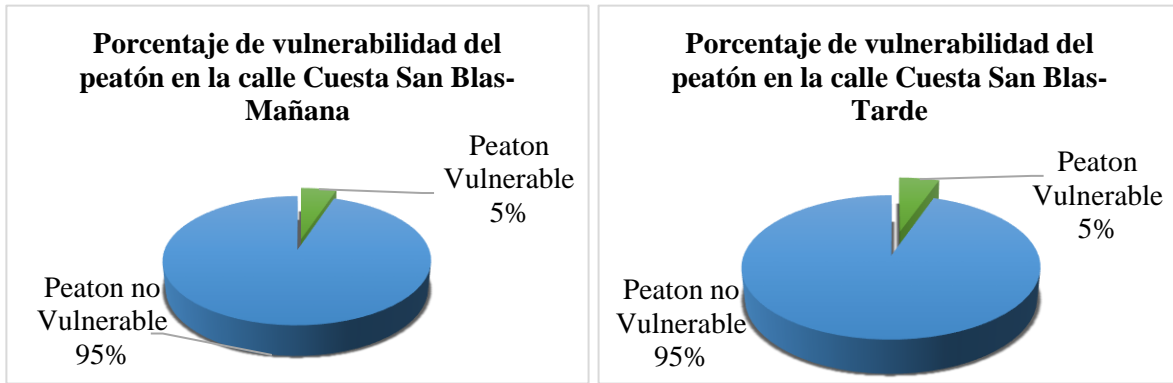


Figura 156. Porcentaje del tipo de peatón de la calle Cuesta San Blas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 138. Cálculo del factor de hora en la calle Cuesta San Blas

Hora de control	Volumen (p/h)	V15 (p/15min)	FHP	Hora de control
Mañana	09:00 -10:00	506	167	0.76
Tarde	17:45 -18:45	920	262	0.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 139. Tasas de flujo para la calle Cuesta San Blas

Hora de control	Volumen (p/h)	FHP	Tasa de flujo v (p/h)		
			A	B	Total
Mañana	09:30 -09:45	0.76	275	393	668
Tarde	18:00 -18:15	0.88	474	574	1048

Fuente: Elaboración propia

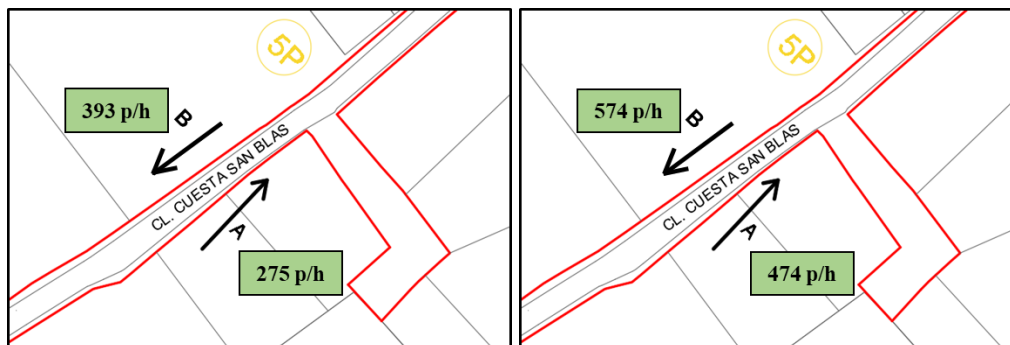


Figura 157. Diagrama de tasa de flujo de la calle Cuesta San Blas

Calle Plazoleta

Tabla 140. Volumen de la hora pico para la calle Plazoleta-Mañana

Hora de control	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
09:00 -10:00	7	41	109	138	116	179	295
Volumen (p/h)	7	41	109	138	116	179	295
V15 (p/15min)	3	18	57	5	60	23	83

Fuente: Elaboración propia

Tabla 141. Volumen de la hora pico para la calle Plazoleta-Tarde

Hora de control	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
17:45 -18:45	30	17	223	330	253	347	600
Volumen (p/h)	30	17	223	330	253	347	600
V15 (p/15min)	3	9	46	103	49	112	161

Fuente: Elaboración propia

Tabla 142. Porcentaje por tipo de peatón en la calle Plazoleta

Hora de control	Tipo de Peatón	Peatón Vulnerable	Peatón no Vulnerable	Total
		A-B	A-B	
Mañana 09:00 -10:00	Volumen (p/h)	48	247	295
	%	16%	84%	100%
Tarde 17:45 -18:45	Volumen (p/h)	47	553	600
	%	8%	92%	100%

Fuente: Elaboración propia

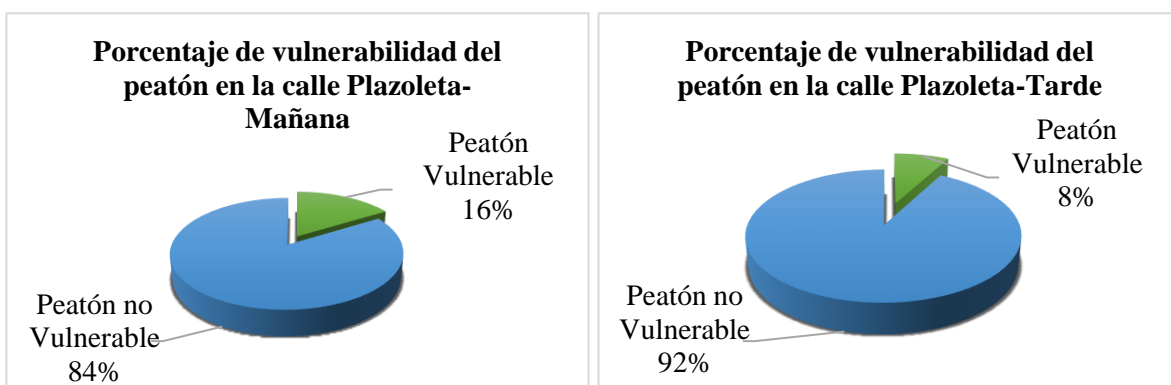


Figura 158. Porcentaje del tipo de peatón de la calle Plazoleta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 143. Cálculo del factor de hora en la calle Plazoleta

Hora de control	Volumen (p/h)	V15 (p/15min)	FHP	Hora de control
Mañana	09:00 -10:00	295	83	0.89
Tarde	17:45 -18:45	600	161	0.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla 144. Tasas de flujo para la calle Plazoleta

Hora de control	Volumen (p/h)			FHP	Tasa de flujo v (p/h)		
	A	B	Total		A	B	Total
Mañana 09:30 -09:45	116	179	295	0.89	131	201	332
Tarde 18:00 -18:15	253	347	600	0.93	272	372	644

Fuente: Elaboración propia

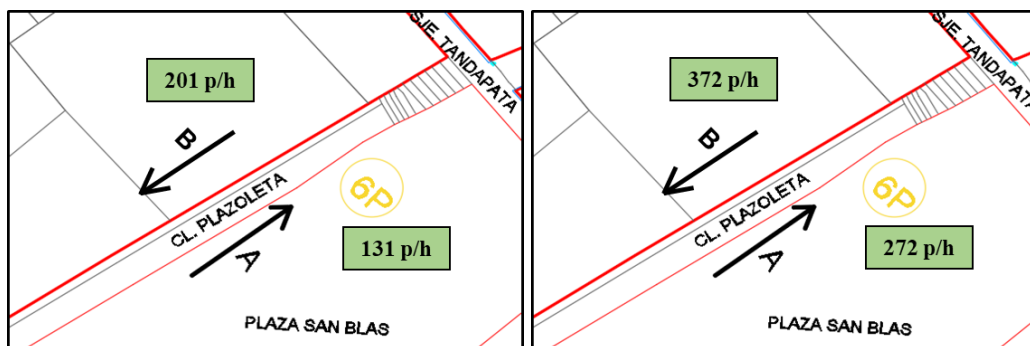


Figura 159. Diagrama de tasa de flujo de la calle Plazoleta

Fuente: Elaboración propia

Calle Tandapata

Tabla 145. Volumen de la hora pico para la calle Tandapata-Mañana

Hora de control	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido	Sentido	Sentido	Sentido	A	B	
09:00 -10:00	A	B	A	B	A	B	
Volumen (p/h)	39	14	104	90	143	104	247
V15 (p/15min)	25	4	33	16	58	20	78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 146. Volumen de la hora pico para la calle Tandapata-Tarde

Hora de control	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido	Sentido	Sentido	Sentido	A	B	
17:45 -18:45	A	B	A	B	A	B	
Volumen (p/h)	13	2	115	92	128	94	222
V15 (p/15min)	5	2	32	26	37	28	65

Fuente: Elaboración propia

Tabla 147. Porcentaje por tipo de peatón en la calle Tandapata

Hora de control	Tipo de Peatón	Peatón Vulnerable	Peatón no Vulnerable	Total
		A-B	A-B	
Mañana 09:00 -10:00	Volumen (p/h)	53	194	247
	%	21%	79%	100%
Tarde 17:45 -18:45	Volumen (p/h)	15	207	222
	%	7%	93%	100%

Fuente: Elaboración propia

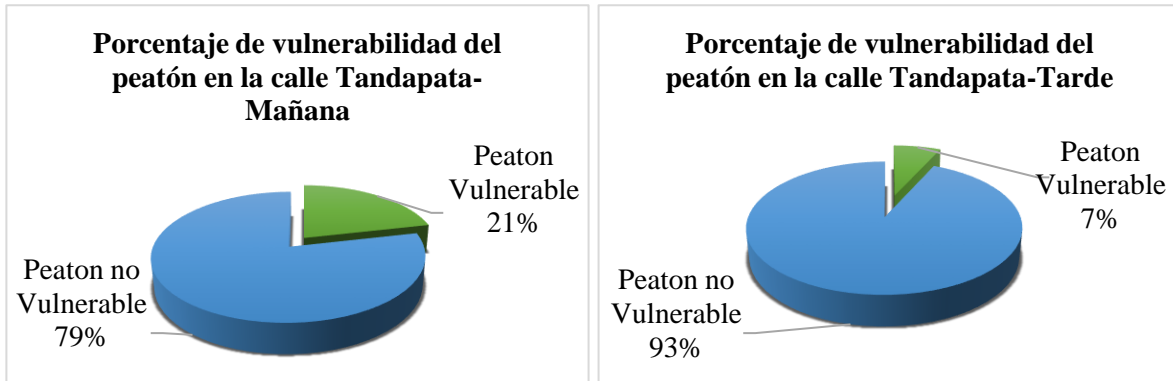


Figura 160. Porcentaje del tipo de peatón de la calle Tandapata

Fuente: Elaboración propia

Tabla 148. Cálculo del factor de hora en la calle Tandapata

Hora de control	Volumen (p/h)	V15 (p/15min)	FHP	Hora de control
Mañana	09:00 -10:00	247	78	0.79
Tarde	17:45 -18:45	222	65	0.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 149. Tasas de flujo para la calle Tandapata

Hora de control	Volumen (p/h)	FHP	Tasa de flujo v (p/h)		
			A	B	Total
Mañana 09:30 -09:45	143	0.79	181	131	312
Tarde 18:00 -18:15	128	0.85	150	110	260

Fuente: Elaboración propia

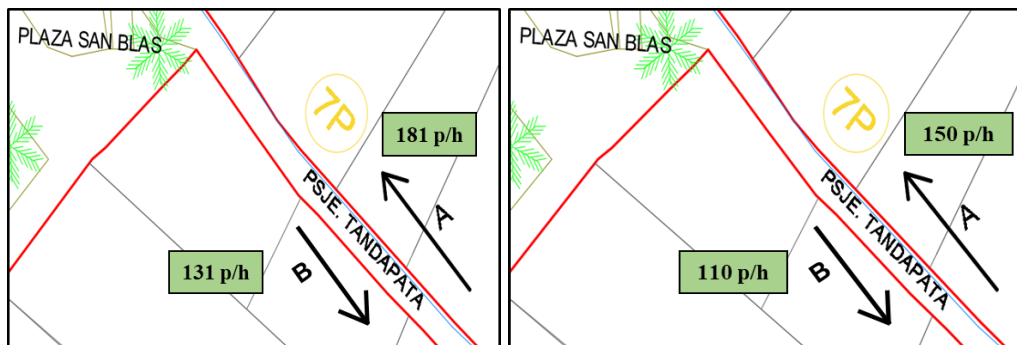


Figura 161. Diagrama de tasa de flujo de la calle Tandapata

Fuente: Elaboración propia

Calle Carmen Bajo

Tabla 150. Volumen de la hora pico para la calle Carmen Bajo-Mañana

Hora de control	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
09:00 -10:00							
Volumen (p/h)	7	9	166	145	173	154	327
V15 (p/15min)	1	7	45	46	46	53	99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 151. Volumen de la hora pico para la calle Carmen Bajo-Tarde

Hora de control	Peatón Vulnerable		Peatón Vulnerable		Total		Total
	Sentido A	Sentido B	Sentido A	Sentido B	A	B	
17:45 -18:45							
Volumen (p/h)	13	18	193	298	206	316	522
V15 (p/15min)	4	9	60	112	64	121	185

Fuente: Elaboración propia

Tabla 152. Porcentaje por tipo de peatón en la calle Carmen Bajo

Hora de control	Tipo de Peatón	Peatón Vulnerable	Peatón no Vulnerable	Total
		A-B	A-B	
Mañana 09:00 -10:00	Volumen (p/h)	16	311	327
	%	5%	95%	100%
Tarde 17:45 -18:45	Volumen (p/h)	31	491	522
	%	6%	94%	100%

Fuente: Elaboración propia

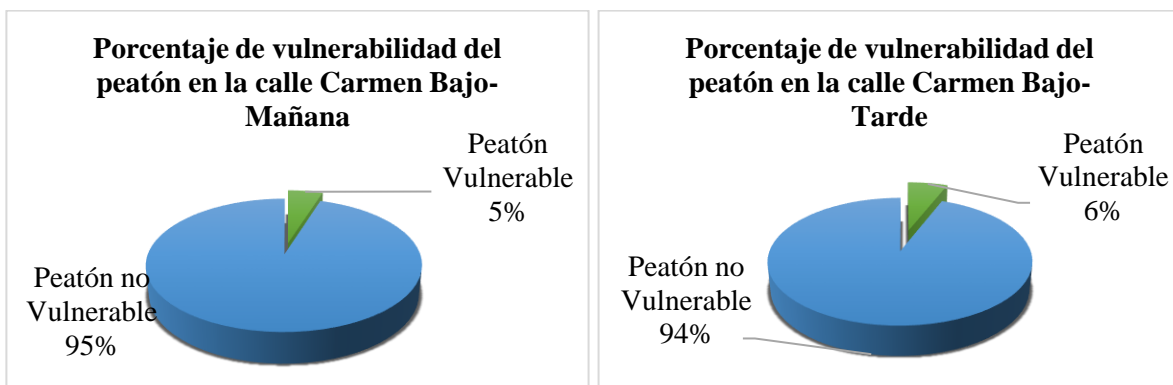


Figura 162. Porcentaje del tipo de peatón de la calle Carmen Bajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 153. Cálculo del factor de hora en la calle Carmen Bajo

Hora de control	Volumen (p/h)	V15 (p/15min)	FHP	Hora de control
Mañana	09:00 -10:00	327	99	0.83
Tarde	17:45 -18:45	522	185	0.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 154. Tasas de flujo para la calle Carmen Bajo

Hora de control		Volumen (p/h)			FHP	Tasa de flujo v (p/h)		
		A	B	Total		A	B	Total
Mañana	09:30 -09:45	173	154	327	0.83	210	186	396
Tarde	18:00 -18:15	206	316	522	0.71	292	448	740

Fuente: Elaboración propia

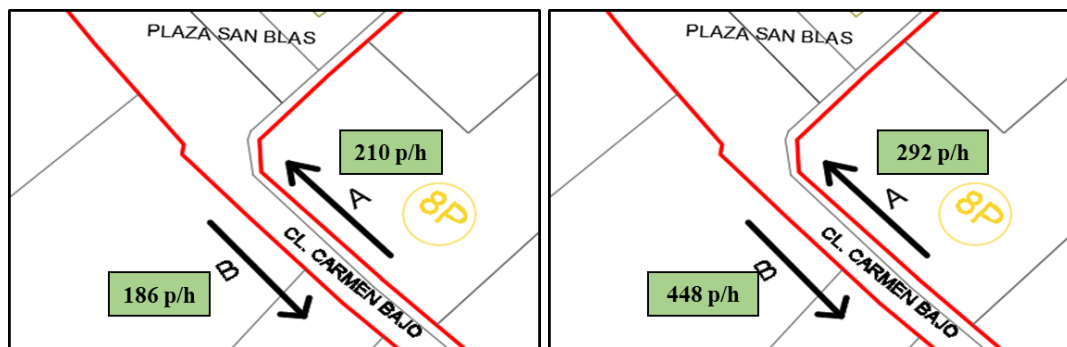


Figura 163. Diagrama de tasa de flujo de la calle Carmen Bajo-mañana

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Cálculo de la Capacidad y Nivel de Servicio peatonal para una intersección semaforizada

Se utiliza la metodología del capítulo 18 del Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) brindado por la junta de investigación del transporte, las medidas de rendimiento para la intersección serán: área de circulación en esquina, ares de circulación del paso de peatones, demora peatona y puntaje de peatones. Se identificó una intersección semaforizada en la investigación, ubicada en la calle Choquechaca con Cuesta San Blas, la cual será desarrollada a continuación.

Paso 1: Datos de entrada

La metodología peatonal del HCM 2010 se aplica para el nivel de servicio peatonal en los cruces peatonales y esquinas, las cuales deben de ser evaluadas por separado y para cada condición de cruce, sea esta el cruce de la calle principal o secundaria. La Figura 164 muestra las áreas peatonales a ser estudiadas, en esta se consideró a la calle Choquechaca como la calle principal y a la calle Cuesta San Blas como la calle menor, para su posterior análisis.

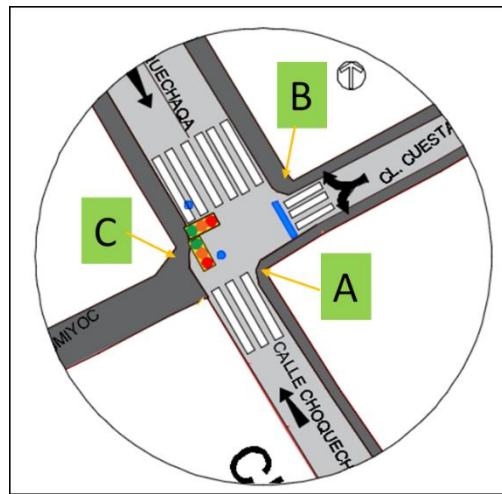


Figura 164. Pasos de peatones y esquinas de la intersección semaforizada Choquechaca con Cuesta San Blas

Fuente: Elaboración propia

Los datos de entrada incluyen los datos de tráfico recolectado para los movimientos vehiculares en la intersección, presentados en la Tabla 155 y en la Figura 165 para las fases semaforicas. En cuanto a las características geométricas recolectadas en la Tabla 156, así como también los flujos peatonales los cuales fueron considerados la totalidad del aforo realizado para la calle Cuesta San Blas, debido a la forma aleatoria del movimiento de los peatones en toda la intersección.

Tabla 155. Tasas de flujo vehicular de los movimientos en Choquechaca con Cuesta San Blas

Sentido	S-N		S-E		N-S		E-S	
	Giro derecho		Giro izquierdo		Directo		Directo	
Movimiento	A		B		C		D	
Horario	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Tasa de flujo v (veh/h)	13.12	7.56	151.95	211.64	74.34	85.66	112.60	83.14
Ancho de carril w (m)	2.59		2.59		3.56		1.92	

Fuente: Elaboración propia

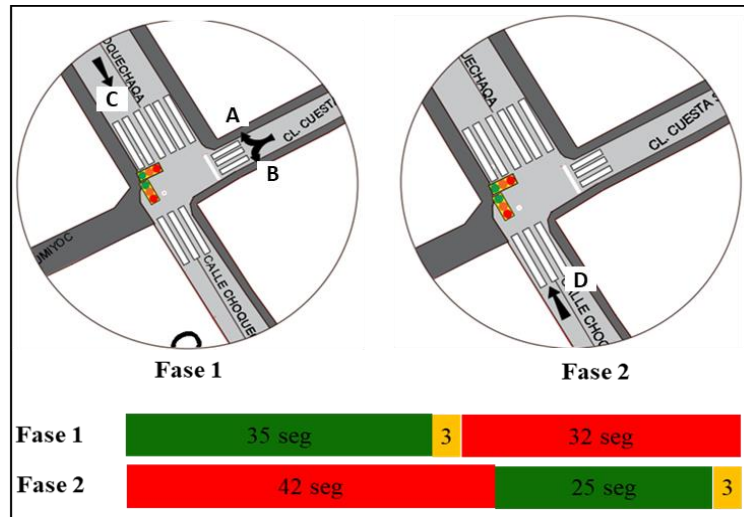


Figura 165. Fases semafóricas y movimientos en Choquechaca con Cuesta San Blas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 156. Características geométricas y flujos en las aceras-Choquechaca con Cuesta San Blas

Esquina	Ancho acera lado A		Ancho acera lado B		Radio del bordillo R		flujo acera (Punto de aforo 5P)	
	Wa (m)	Wa (ft)	Wb (m)	Wb (ft)	R (m)	R (ft)	Mañana	Tarde
A	0.63	2.07	0.50	1.64	0.25	0.82	668	1048
B	0.70	2.29	1.10	3.61	0.45	1.48	668	1048
C	1.08	3.54	1.50	4.92	0.50	1.64	668	1048

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Área de espera de la esquina

Como primer paso se calcula el tiempo espacio disponible, que compara el tiempo y el espacio disponible del diseño con la demanda peatonal. La siguiente ecuación se usa para calcular el tiempo y el espacio disponible en una esquina de la intersección.

$$TS_{esquina} = C (W_a W_b - 0.215R^2)$$

Dónde:

$TS_{esquina}$ = tiempo espacio de esquina disponible (ft²-s),

C = longitud (es) del ciclo,

W_a = ancho total de la acera A (pies),

W_b = ancho total de la acera B (pies), y

R = radio del bordillo de la esquina (pies).

Tabla 157. *Tiempo espacio disponible en las esquinas de la intersección semaforizada*

Esquina	C (s)	Ancho acera lado Wa (ft)	Ancho acera lado Wb (ft)	Radio del bordillo (ft)	TSesquina (ft ² -s)
A	70	2.07	1.64	0.82	132.28
B	70	2.07	3.61	1.48	489.35
C	70	3.54	4.92	1.64	2587.92

Fuente: *Elaboración propia*

Seguidamente se calcula el tiempo de espera promedio en el que los peatones esperan para cruzar la calle principal o menor, para este se consideran dos condiciones la primera condición donde los peatones esperan en la esquina para cruzar la calle principal y la segunda condición donde los peatones esperan en la esquina para cruzar la calle menor, para la condición 1 se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{tdo} = \frac{N_{do} (C - g_{caminata,mi})^2}{2C}$$
$$N_{do} = \frac{v_{do}}{3600} C$$

Dónde

Q_{tdo} = tiempo total empleado por los peatones que esperan cruzar la calle principal durante un ciclo (p - s),

N_{do} = número de peatones que llegan a la esquina en cada ciclo para cruzar la calle principal (p),

$g_{caminata,mi}$ = tiempo de caminata efectivo para la fase que atiende el movimiento directo de la calle menor.

C = longitud (es) del ciclo,

v_{do} = tasa de flujo de los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle principal (p/ h).

El tiempo de caminata efectivo se calculó con la siguiente ecuación para un cruce sin semáforo peatonal, como es el caso de la intersección:

$$g_{caminata,mi} = D_{P,mi} - Y_{mi} - R_{C,mi}$$

Dónde:

$g_{caminata,mi}$ = tiempo de caminata efectivo para la fase que atiende a los movimientos directos de la calle menor,

$D_{p,mi}$ = duración de la fase al servicio que atiende a los movimientos directos de la calle menor,

Y_{mi} = intervalo de cambio amarillo de la fase que sirve a los movimientos directos de la calle menor, y

$R_{C,mi}$ = intervalo de espacio libre rojo de la fase que sirve a la calle menor a través del movimiento (s).

Para la Condición 2, las ecuaciones anteriores se repiten para calcular el tiempo del área de espera para los peatones que esperan cruzar la calle menor Q_{tdo} . Para esta aplicación, las letras subíndices "do" se reemplazan con las letras "co" para denotar a los peatones que llegan a la esquina para cruzar en el paso de peatones de la calle menor. Del mismo modo, las letras subíndices "mi" se reemplaza con "mj" para denotar las variables de tiempo de señal asociadas a los movimientos de la calle principal. (TRB, 2010)

En la intersección en estudio el cálculo que se muestra en la Tabla 158, corresponde a la condición 1, donde el peatón espera para cruzar la calle durante la fase de los movimientos directos de la calle Choquechaca.

Tabla 158. *Tiempo promedio de espera en los cruces de la calle Choquechaca*

Esquina	Tasa de flujo vdo (p/h)		C (s)	Ndo (p)		Gcaminata, mi (s)	Qtdo (p-s)	
	Mañana	Tarde		Mañana	Tarde		Mañana	Tarde
A	668	1048	70	2	2	29	24	24
B	668	1048	70	4	4	29	48	48
C	668	1048	70	7	7	39	48	48

Fuente: *Elaboración propia*

Mientras que la condición 2 de la Tabla 159 muestra el tiempo promedio que los peatones esperan para cruzar la calle menor, este se da solo en las esquinas A y B, durante la fase de los movimientos de giro a la izquierda y derecha de la calle Cuesta San Blas.

Tabla 159. *Tiempo promedio de espera en los cruces de la calle Cuesta San Blas*

Esquina	Tasa de flujo vco (p/h)		C (s)	Nco (p)		Gcaminata, mj (s)	Qtco (p-s)	
	Mañana	Tarde		Mañana	Tarde		Mañana	Tarde
A	668.00	1048.00	70	2	2	39	14	14
B	668.00	1048.00	70	4	4	39	27	27

Fuente: *Elaboración propia*

e) Calcular el tiempo de circulación-espacio

Se utiliza la ecuación para calcular el tiempo-espacio disponible para los peatones en circulación.

$$TS_c = TS_{esquina} - [5.0(Q_{tdo} + Q_{tco})]$$

Donde:

$TS_{esquina}$ = es el tiempo espacio disponible para peatones circulantes (ft²-s)

Q_{tdo} = tiempo total empleado por los peatones que esperan cruzar la calle principal durante un ciclo (p - s),

Q_{tco} = tiempo total empleado por los peatones que esperan cruzar la calle menor durante un ciclo (p - s)

Con la ecuación mostrada se calculó el tiempo espacio disponible de las aceras en la intersección es estudio en la Tabla 160, donde se aprecian valores negativos.

Tabla 160. *Tiempo espacio disponible para los peatones en circulación de las aceras de la intersección Choquechaca con Cuesta San Blas*

Esquina	Qtdo (p-s)	Qtco (p-s)	Tsesquina (ft ² -s)	TSc (ft ² -s)
A	24	14	227.16	38.44
B	48	27	545.71	133.96
C	48	0	1179.82	939.57

Fuente: *Elaboración propia*

f) Calcular el área de circulación de esquinas peatonales

Las dos ecuaciones a continuación se usan para calcular el área de circulación de la esquina.

$$M_{esquina} = \frac{TS_c}{4.0 N_{tot}}$$

Con

$$N_{tot} = \frac{v_{ci} + v_{co} + v_{di} + v_{do} v_{a,b}}{3600} C$$

Dónde

$M_{esquina}$ = área de circulación de la esquina por peatón (ft² / p),

N_{tot} = número total de peatones circulantes que llegan a cada ciclo (p),

v_{ci} = tasa de flujo de los peatones que llegan a la esquina después de cruzar la calle menor (p / h),

v_{co} = tasa de flujo de los peatones que llegan a la esquina para cruzar la calle menor (p / h),

v_{di} = tasa de flujo de peatones que llegan a la esquina después de cruzar la calle principal (p / h), y

$v_{a,b}$ = tasa de flujo de los peatones que viajan por la esquina de la acera A a la acera B, o viceversa (p / h).

Tabla 161. Área de circulación por peatón de las esquinas en la intersección Choquechaca con Cuesta San Blas

Esquina	Peatones ciclo Ntot (p)	Tiempo espacio disponible TSc (ft2-s)	Área de circulación por peatón Mesquina (ft2-p)
A	2	38.44	4.81
B	4	168.28	10.52
C	7	939.57	33.56

Fuente: Elaboración propia

El área de circulación obtenida de la anterior ecuación se puede comparar con los rangos proporcionados por la *Tabla 162* para emitir algunos juicios sobre el desempeño de la esquina peatonal en estudio. Para este se asumió los niveles de servicio, los rangos dados por la metodológica, que van del nivel A hasta el F, de acuerdo al espacio peatonal del análisis.

Tabla 162. Descripción cualitativa de espacio peatonal

Espacio peatonal (ft2/p)	Espacio peatonal (m2/p)	Descripción	NDS
>60	>6	Capacidad de moverse en el camino deseado, sin necesidad de alterar movimientos	A
>40-60	>4 - 6	Necesidad ocasional de ajustar ruta para evitar conflictos	B
>24-40	>2-4	Necesidad frecuente de ajustar la ruta para evitar conflictos	C
>15-24	>1-2	Velocidad y capacidad de paso de peatones lentos restringidos	D
>8-15	>0.7-1	Velocidad restringida, capacidad muy limitada para pasar a peatones más lentos	E
≤8	≤0.7	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios	F

Fuente: (TRB, 2010)

El área de circulación peatonal en la intersección en estudio queda descrita según los parámetros propuestos por el HCM 2010 en la *Tabla 163*. Estos muestran valores que

corresponden a espacios peatonales con velocidades restringidas y contacto frecuente entre peatones.

Tabla 163. Descripción cualitativa del espacio peatonal para la mañana en la intersección semaforizada

Esquina	Área de espera por peatón		Descripción cualitativa	NDS
	Mesquina (ft ² -p)	Mesquina (m ² -p)		
A	4.81	0.45	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios	F
B	10.52	0.98	Velocidad restringida, capacidad muy limitada para pasar a peatones más lentos	E
C	33.56	3.12	Necesidad ocasional de ajustar ruta para evitar conflictos	C

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Área de circulación del paso de peatones

Este paso describe un procedimiento para evaluar el desempeño de un paso de peatones, para ambas calles en la intersección de la calle Choquechaca con la calle Cuesta de San Blas, este procedimiento se repite para cada paso de interés.

- a) Establecer la velocidad de caminar

De acuerdo a la velocidad promedio de peatones se está considerando que más del 20% de peatones son ancianos dando un a velocidad de 3.3pies/s según el Highway Capacity Manual 2010.

- a) Calcular el espacio tiempo disponible

El espacio de tiempo disponible para los cruces de la intersección se calculó Tabla 164, utilizando la siguiente ecuación:

$$TS_{cw} = L_d W_d g_{caminata,mi}$$

Dónde:

TS_{cw} = tiempo espacio disponible en el cruce de peatones (ft² - s),

L_d = longitud del paso de peatones D (pies),

W_d = ancho efectivo del cruce de peatones D (pies), y

$g_{caminata,mi}$ = tiempo de caminata efectivo para la fase que sirve a los movimientos directos de la calle menor.

Tabla 164. *Tiempo espacio disponible en el cruce de peatones de la calle Choquechaca y Cuesta San Blas*

Cruce	Tiempo de caminata	Ancho efectivo		Longitud de paso		Tiempo espacio disponible
	Gcaminata,mi	Wd(m)	Wd(ft)	Ld(m)	Ld(ft)	TScw
Cuesta San Blas	29	1.50	4.92	2.59	8.50	1212.72
Choquechaca	39	1.50	4.92	7.12	23.36	4483.38
Choquechaca	39	1.50	4.92	3.84	12.60	2418.00

Fuente: *Elaboración propia*

b) Calcular el tiempo espacio disponible efectivo

Los vehículos que giran en la intersección tienen un efecto directo con los peatones, por lo que es necesario el ajuste del tiempo espacio hallado anteriormente y que el efecto que los vehículos de giro tienen sobre los peatones quede representando, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$TS_{CW}^* = TS_{CW} - TS_{tv}$$

$$TS_{tv} = 40N_{tv}W_d$$

$$N_{tv} = \frac{v_{lt,perm} + v_{rt} - v_{rtor}}{3600} C$$

Donde:

TS_{CW}^* = tiempo-espacio disponible para el cruce de peatones (ft²-s),

TS_{tv} = tiempo-espacio ocupado por vehículos que giran (ft² - s),

N_{tv} = número de vehículos que giran durante la caminata y los intervalos de tránsito peatonal (veh),

$v_{lt,perm}$ = velocidad de flujo de demanda de giro a la izquierda permitida (veh / h),

v_{rt} = tasa de flujo de la demanda a la derecha (veh / h), y

v_{rtor} = tasa de flujo de giro a la derecha en rojo (veh / h).

Tabla 165. *Tiempo espacio disponible efectivo para el cruce de peatones en la intersección semaforizada-mañana*

Cruce	vlt (veh/h)	vrt (veh/h)	Ntv	Tiempo espacio vehículos TStv (ft2-s)	TScw (ft2-s)	Tiempo espacio TScw* (ft2-s)
Cuesta San Blas	151.95	13.12	3.21	631.82	1212.72	580.89
Choquechaca	0	0	0	0	4483.38	4483.38
Choquechaca	0	0	0	0	2418.00	2418.00

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 166. *Tiempo espacio disponible efectivo para el cruce de peatones en la intersección semaforizada-tarde*

Cruce	vlt (veh/h)	vrt (veh/h)	Ntv	Tiempo espacio vehículos TStv (ft2-s)	TScw (ft2-s)	Tiempo espacio TScw* (ft2-s)
Cuesta San Blas	211.64	7.56	4.26	839.00	1212.72	373.72
Choquechaca	0	0	0	0	4483.38	4483.38
Choquechaca	0	0	0	0	2418.00	2418.00

Fuente: *Elaboración propia*

c) Calcular el tiempo de servicio peatonal

Este tiempo representa el tiempo transcurrido que comienza con la salida del primer peatón desde la esquina hasta la llegada del último peatón al otro lado del paso de peatones. De esta manera, tiene en cuenta el tamaño del pelotón en el tiempo de servicio. Para los anchos de paso de peatones W_d menores o iguales a 10 pies como es el caso, se utiliza la expresión:

$$t_{ps,do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 2.7N_{ped,do}$$

$$N_{pe,do} = N_{do} \frac{C - g_{caminata,mi}}{C}$$

Dónde:

$t_{ps,do}$ = tiempo de servicio para los peatones que llegan a la esquina para cruzar las calles principales,

$N_{pe,do}$ = número de peatones que esperan en la esquina para cruzar la calle principal (p),

El tiempo de servicio peatonal se calcula para la calle Cuesta San Blas y Choquechaca, considerando que los peatones que cruzan cada paso de peatones son el total de flujos para ambos sentidos, se calcula el tiempo de servicio para ambas condiciones de uso en la Tabla 167 para la calle menor y en

Tabla 168 para la calle principal.

Tabla 167. *Tiempo de servicio peatonal de cruce en la esquina de la calle Cuesta San Blas*

Cruce	Horario	Ld	Sp	C	Nco	Nci	gcamin ata,mj	Nepd (p)		tps	
		(ft)	(ft/s)	(s)	(p)	(p)	(s)	co	ci	co	ci
Cuesta San Blas	Mañana	8.50	3.30	70	12.99	12.99	39	5.75	5.75	7.33	7.33
	Tarde	8.50	3.30	70	20.38	20.38	39	9.02	9.02	8.21	8.21

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 168. *Tiempo de servicio peatonal de cruce en la esquina de la calle Choquechaca*

Cruce	Horario	Ld	Sp	C	Ndo	Ndi	gcamin ata,mi	Nepd (p)		Tps (s)	
		(ft)	(ft/s)	(s)	(p)	(p)	(s)	do	di	do	di
Choquechaca	Mañana	23.36	3.30	70	12.99	12.99	29	7.61	7.61	12.33	12.33
	Tarde	23.36	3.30	70	20.38	20.38	29	11.94	11.94	13.50	13.50
Choquechaca	Mañana	12.60	3.30	70	12.99	12.99	29	7.61	7.61	9.07	9.07
	Tarde	12.60	3.30	70	20.38	20.38	29	11.94	11.94	10.24	10.24

Fuente: *Elaboración propia*

d) Calcular el tiempo de ocupación del paso de peatones

El tiempo total de ocupación del paso de peatones se calcula como un producto del tiempo de servicio peatonal y el número de peatones que utilizan el cruce de peatones durante un ciclo de señal. Se utiliza las siguientes ecuaciones y los resultados de los pasos anteriores, para el cálculo en la

$$T_{occ} = t_{ps,do}N_{do} + t_{ps,di}N_{di}$$

$$N_{di} = \frac{v_{di}}{3600} C$$

Dónde

T_{occ} = tiempo de ocupación del paso de peatones (p-s), y

N_{di} = número de peatones que llegan a la esquina de cada ciclo después de haber cruzado la calle principal (p).

Tabla 169. *Tiempo de ocupación del paso de peatones en el cruce de la Cuesta San Blas*

Cruce	Horario	Numero de peatones		Tiempo de servicio		Tiempo de ocupación
		Nco	Nci	tps,do	tps,ci	Tocc (p-s)
Cuesta San Blas	Mañana	12.99	12.99	7.33	7.33	190.37
	Tarde	20.38	20.38	8.21	8.21	334.67

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 170. *Tiempo de ocupación del paso de peatones en el cruce de la Choquechaca*

Cruce	Horario	Numero de peatones		Tiempo de servicio		Tiempo de ocupación
		Ndo	Ndi	tps,do	tps,di	Tocc (p-s)
Choquechaca	Mañana	12.99	12.99	12.33	12.33	320.38
	Tarde	20.38	20.38	13.50	13.50	550.25
Choquechaca	Mañana	12.99	12.99	9.07	9.07	235.67
	Tarde	20.38	20.38	10.24	10.24	417.35

Fuente: *Elaboración propia*

e) Calcular el área de circulación de paso de peatones

El espacio de circulación provisto para cada peatón en la intersección en estudio se calcula en la se determina dividiendo el tiempo espacio disponible para cruzar por el tiempo total de ocupación, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$M_{cw} = \frac{TS * cw}{T_{OCC}}$$

Donde:

M_{cw} = es el área de circulación del paso de peatones por peatón (ft² / p) y otras variables son las definidas anteriormente.

Tabla 171. *Área de circulación del paso de peatones en la calle Choquechaca y Cuesta San Blas*

Cruce	TS*cw (ft ² -s)		Tiempo de ocupación Tocc (p-s)		Área de circulación M _{cw} (ft ² /p)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	Cuesta San Blas	580.89	373.72	190.37	334.67	3.05
Choquechaca	4483.38	4483.38	320.38	550.25	13.99	8.15
Choquechaca	2418.00	2418.00	235.67	417.35	10.26	5.79

Fuente: *Elaboración propia*

El área de circulación obtenida de la Tabla 171 con la anterior ecuación se puede comparar con la *Tabla 162*, para emitir algunos juicios sobre el desempeño del cruce peatonal de la intersección. Dicha descripción se identificó para cada cruce en la Tabla 172 y en la Tabla 173, donde se observa mayoritariamente velocidades severamente restringidas a lo largo de los pasos peatonales.

Tabla 172. Descripción cualitativa de los pasos peatonales en la intersección de Choquechaca con Cuesta San Blas

Cruce	Área de circulación Mcw		Descripción cualitativa	NDS
	(ft ² /p)	(m ² /p)		
Cuesta San Blas	3.05	0.28	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios	F
Choquechaca Norte	13.99	1.30	Velocidad restringida, capacidad muy limitada para pasar a peatones más lentos	E
Choquechaca Sur	10.26	0.95	Velocidad restringida, capacidad muy limitada para pasar a peatones más lentos	E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 173. Descripción cualitativa de los pasos peatonales en la intersección de Choquechaca con Cuesta San Blas

Cruce	Área de circulación Mcw (ft ² /p)		Descripción cualitativa	NDS
	(ft ² /p)	(m ² /p)		
Cuesta San Blas	1.12	0.10	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios	F
Choquechaca Norte	8.15	0.70	Velocidad restringida, capacidad muy limitada para pasar a peatones más lentos	E
Choquechaca Sur	5.79	0.54	Velocidad severamente restringida, contacto frecuente con otros usuarios	F

Fuente: Elaboración propia

3.6.3 Cálculo de la Capacidad y Nivel de Servicio peatonal e instalaciones fuera de la calle

Paso 1: Datos de entrada

Los datos de entrada requeridos para la metodología incluyen los volúmenes horarios de los aforos vehiculares presentados en la Tabla 174 obtenido del análisis del aforo y se realizó una identificación del tipo de infraestructura peatonal que se encuentra en la principales calles de San Blas, cuyas mediciones de las características de elementos geométricos se observan en la Tabla 175.

Tabla 174. Resumen de los volúmenes máximos horarios y factores de hora pico peatonales

Aforo	Segmento de calle urbana	Horario	Volumen (p/h)			FHP
			A	B	Total	
1P	Atoqsaycuchi	Mañana	22	78	100	0.83
		Tarde	38	74	112	0.76
2P	Carmen Alto tramo 1	Mañana	42	36	78	0.78
		Tarde	119	71	190	0.82
3P	Canchipata	Mañana	21	66	87	0.57
		Tarde	159	211	370	0.78
4P	Carmen Alto tramo	Mañana	33	61	94	0.56
		Tarde	128	136	264	0.73
5P	Cuesta San Blas	Mañana	208	298	506	0.76
		Tarde	416	504	920	0.88
6P	Plazoleta	Mañana	116	179	295	0.89
		Tarde	253	347	600	0.93
7P	Tandapata	Mañana	143	104	247	0.79
		Tarde	128	94	222	0.85
8P	Carmen Bajo	Mañana	173	154	327	0.83
		Tarde	206	316	522	0.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 175. Resumen de mediciones geométricas en los segmentos peatonales

Aforo	Segmento de calle urbana	Tipo de infraestructura	Ancho total Wt(m)	Σ Obstrucción Wo (m)	Figura
1P	Atoqsaycuchi	Peatonal	2.97	0.40	Figura 166
1P	Atoqsaycuchi	Escalera	2.73	0.51	
2P	Carme Alto	Vereda Izquierda	0.65	0.20	Figura 167
2P	Carme Alto	Vereda Derecha	0.80	0.40	
3P	Canchipata	Peatonal	4.06	0.80	Figura 168
3P	Canchipata	Escalera	3.92	0.90	
4P	Carme Alto	Vereda Izquierda	0.72	0.40	Figura 169
4P	Carme Alto	Vereda Derecha	0.73	0.30	
5P	Cuesta San Blas	Vereda Izquierda	0.63	0.45	Figura 170
5P	Cuesta San Blas	Vereda Derecha	0.63	0.30	
5P	Cuesta San Blas	Escalera Derecha	0.63	0.40	
5P	Cuesta San Blas	Escalera Izquierda	0.63	0.30	
6P	Plazoleta	Vereda Izquierda	0.75	0.10	Figura 171
6P	Plazoleta	Escalera	2.89	0.40	
7P	Tandapata	Peatonal	2.12	0.20	Figura 172
8P	Carmen Bajo	Vereda Izquierda	0.10	0.05	Figura 173
8P	Carmen Bajo	Vereda Derecha	0.80	0.30	Figura 173

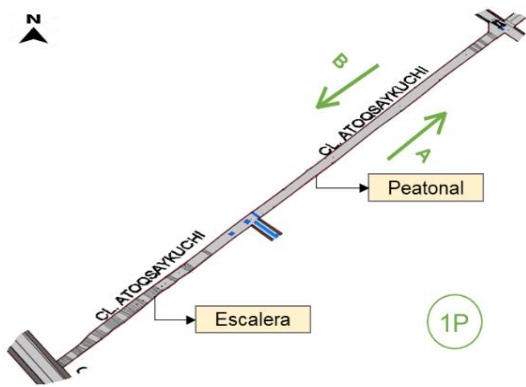


Figura 166. Segmento de la calle Atoqsaykuchi
Fuente: Elaboración propia

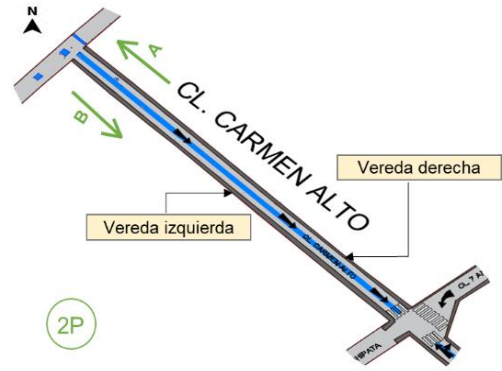


Figura 167. Segmento de la calle Carmen Alto tramo 1
Fuente: Elaboración propia

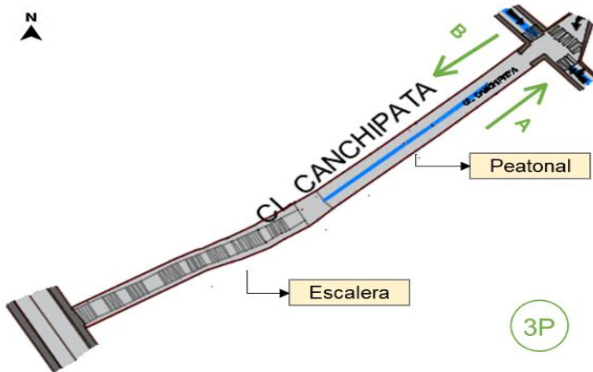


Figura 168. Segmento de la calle Carmen Canchipata
Fuente: Elaboración propia

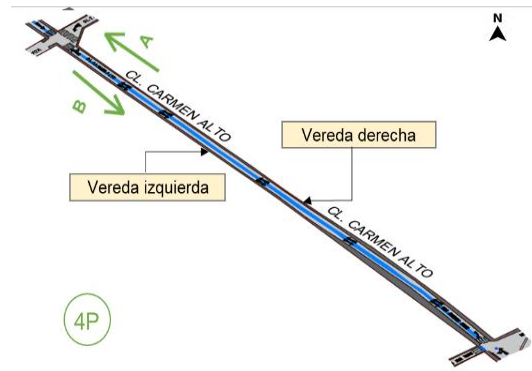


Figura 169. Segmento de la calle Carmen Alto tramo 2
Fuente: Elaboración propia

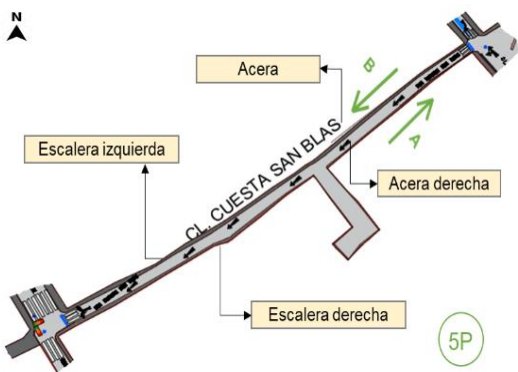


Figura 170. Segmento de la calle Cuesta San Blas
Fuente: Elaboración propia

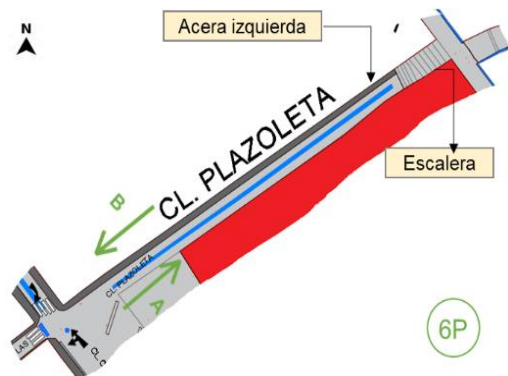


Figura 171. Segmento de la calle Plazoleta
Fuente: Elaboración propia

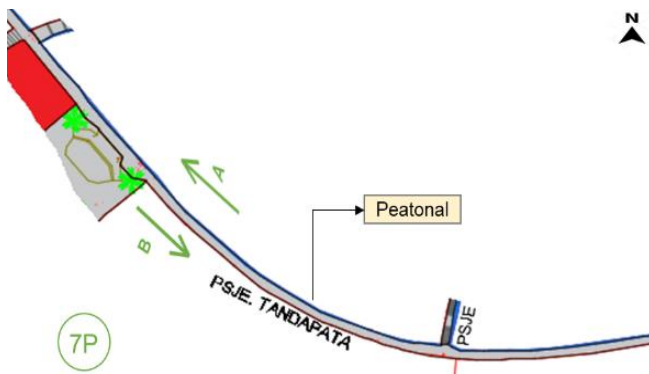
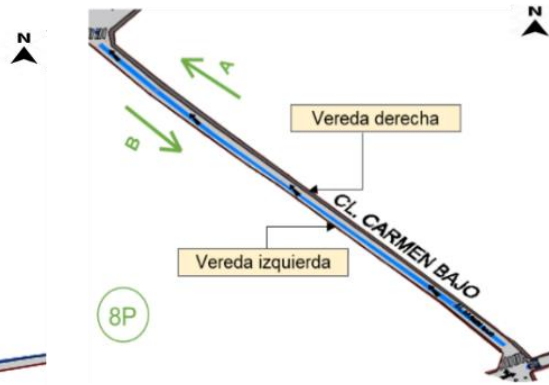


Figura 172. Segmento de la calle Tandapata

Fuente: Elaboración propia

Figura 173. Segmento de la calle Carmen
Bajo

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Ancho efectivo de la pasarela

Lo primero que se hizo fue hallar el ancho efectivo de la para lo cual se necesitó la siguiente formula:

$$W_E = W_T - W_O$$

Donde:

W_E = ancho efectivo de la calzada (pies),

W_T = ancho total de la pasarela en un punto dado a lo largo de la pasarela (ft), y

W_O = suma de anchos efectivos de objetos fijos y distancias tímidas de características lineales en un punto dado a lo largo de la pasarela (ft).

El cálculo del ancho efectivo para todas las calles en estudio se observa en la Tabla 176, donde se procedió a transformar los metros a pies con la siguiente conversión: 1 pie = 0.3048 metros.

Tabla 176. Cálculo del ancho efectivo en los segmentos peatonales

Aforo	Segmento de calle urbana	Tipo de infraestructura	Ancho total en un punto Wt(m)	Σ Obstrucciones Wo (m)	Ancho Efectivo We(m)	Ancho efectivo We(ft)
1P	Atoqsaycuchi	Peatonal	2.97	0.40	2.57	8.43
1P	Atoqsaycuchi	Escalera	2.73	0.51	2.22	7.28
2P	Carme Alto	Vereda Izquierda	0.65	0.20	0.45	1.48
2P	Carme Alto	Vereda Derecha	0.80	0.40	0.40	1.31
3P	Canchipata	Peatonal	4.06	0.80	3.26	10.70
3P	Canchipata	Escalera	3.92	0.90	3.02	9.91
4P	Carme Alto	Vereda Izquierda	0.72	0.40	0.32	1.05
4P	Carme Alto	Vereda Derecha	0.73	0.30	0.43	1.41
5P	Cuesta San Blas	Vereda Izquierda	0.63	0.45	0.18	0.59
5P	Cuesta San Blas	Vereda Derecha	0.63	0.30	0.33	1.08
5P	Cuesta San Blas	Escalera Derecha	0.63	0.40	0.23	0.75
5P	Cuesta San Blas	Escalera Izquierda	0.63	0.30	0.33	1.08
6P	Plazoleta	Vereda Izquierda	0.75	0.10	0.65	2.13
6P	Plazoleta	Escalera	2.89	0.40	2.49	8.17
7P	Tandapata	Peatonal	2.12	0.20	1.92	6.30
8P	Carmen Bajo	Vereda Izquierda	0.10	0.05	0.05	0.16
8P	Carmen Bajo	Vereda Derecha	0.80	0.30	0.50	1.64

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Cálculo de la tasa de flujo peatonal

Sabiendo el ancho efectivo en metros y teniendo el volumen peatonal por hora tanto de la mañana como de la tarde de cada vereda en la Tabla 174, donde se observa también el factor de hora pico calculado para cada punto en el análisis de aforos peatonales. Teniendo el dicho factor se procede a calcular el volumen pico durante los 15 minutos con la siguiente formula:

$$V_{15} = \frac{V_t}{4 * FHP}$$

Dónde:

V_{15} = Flujo peatonal durante el pico 15 min (peatón / hora)

Tabla 177. Cálculo del flujo peatonal durante el pico de 15 minutos en los segmentos peatonales

Aforo	Segmento de calle urbana	Sentido del tránsito	Tipo de infraestructura	Volumen vt (peatón/h)		FHP		V15 (peatón/15min)	
				Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
1P	Atoqsaycuchi	A/B	Peatonal	100	112	0.83	0.76	30	37
		A/B	Escalera	100	112	0.83	0.76	30	37
2P	Carme Alto	A/B	Vereda Izquierda	78	190	0.78	0.82	25	58
		A/B	Vereda Derecha	78	190	0.78	0.82	25	58
3P	Canchipata	A/B	Peatonal	87	370	0.57	0.78	38	118
		A/B	Escalera	87	370	0.57	0.78	38	118
4P	Carme Alto	A/B	Vereda Izquierda	94	264	0.56	0.73	42	91
		A/B	Vereda Derecha	94	264	0.56	0.73	42	91
5P	Cuesta San Blas	A/B	Vereda Izquierda	506	920	0.76	0.88	167	262
		A/B	Vereda Derecha	506	920	0.76	0.88	167	262
		A/B	Escalera Derecha	506	920	0.76	0.88	167	262
		A/B	Escalera Izquierda	506	920	0.76	0.88	167	262
6P	Plazoleta	A/B	Vereda Izquierda	295	600	0.89	0.93	83	161
		A/B	Escalera	295	600	0.89	0.93	83	161
7P	Tandapata	A/B	Peatonal	247	222	0.79	0.85	78	65
8P	Carmen Bajo	A/B	Vereda Izquierda	327	522	0.83	0.71	99	185
		A/B	Vereda Derecha	327	522	0.83	0.71	99	185

Fuente: Elaboración propia

Una vez con este dato se procedió a calcular el flujo peatonal por unidad de ancho con la siguiente formula:

$$Vp = \frac{V15}{15 * We}$$

Donde:

Vp = Flujo peatonal por unidad de ancho (peatón/min/ft)

Tabla 178. Cálculo del flujo peatonal por unidad de ancho en los segmentos peatonales

Segmento de calle urbana	Sentido del tránsito	Tipo de infraestructura	Flujo peatonal pico 15 minutos (peatón/15min)		Ancho efectivo We(ft)	Flujo peatonal por unidad de ancho (peatón/min/ft)	
			Mañana	Tarde		Mañana	Tarde
			Atoqsaycuchi	A/B		Peatonal	30
	A/B	Escalera	30	37	7.28	0.27	0.34
Carme Alto	A/B	Vereda Izquierda	25	58	1.48	1.13	2.62
	A/B	Vereda Derecha	25	58	1.31	1.27	2.95
Canchipata	A/B	Peatonal	38	118	10.70	0.24	0.74
	A/B	Escalera	38	118	9.91	0.26	0.79
Carme Alto	A/B	Vereda Izquierda	42	91	1.05	2.67	5.78
	A/B	Vereda Derecha	42	91	1.41	1.98	4.30
Cuesta San Blas	A/B	Vereda Izquierda	167	262	0.59	18.85	29.58
	A/B	Vereda Derecha	167	262	1.08	10.28	16.13
	A/B	Escalera Derecha	167	262	0.75	14.75	23.15
	A/B	Escalera Izquierda	167	262	1.08	10.28	16.13
Plazoleta	A/B	Vereda Izquierda	83	161	2.13	2.59	5.03
	A/B	Escalera	83	161	8.17	0.68	1.31
Tandapata	A/B	Peatonal	78	65	6.30	0.83	0.69
Carmen Bajo	A/B	Vereda Izquierda	99	185	0.16	40.23	75.18
	A/B	Vereda Derecha	99	185	1.64	4.02	7.52

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Nivel de servicio

Para determinar el nivel de servicio peatonal se basó en la metodología utilizada en el Highway Capacity Manual (HCM) 2010, para la cual se utilizó tres criterios de comportamiento peatonal; denominados criterios para flujos aleatorio, con ajuste de pelotón y en escaleras, que se muestran a continuación:

Tabla 179. Criterios de niveles de servicio peatonal de flujo aleatorio y en escaleras

Nivel de Servicio	Escaleras		Pasarela de flujo aleatorio	
	Espacio Promedio (ft ² /p)	Flujo peatonal (p/min/ft)	Espacio Promedio (ft ² /p)	Flujo peatonal (p/min/ft)
A	> 20	≤ 5	>60	≤ 5
B	> 17 - 20	> 5-6	> 40 - 60	> 5 - 7
C	> 12- 17	> 6 - 8	> 24 - 40	> 7 - 10
D	> 8 - 12	> 8 - 11	> 15 - 24	> 10- 15
E	> 5 - 8	> 11 - 15	> 8 - 15	> 15 - 23
F	≤ 5	> 15	≤ 8	>23

Fuente: (TRB, 2010)

Tabla 180. Criterios de niveles de servicio peatonal con ajuste por pelotón

Nivel de Servicio	Espacio		Flujo por unidad de ancho	
	ft ² /peatón	(m ² /peatón)	(peatón/min/ft)	(peatón/min/m)
A	> 530	> 49.2	≤ 0.5	≤ 2
B	> 90 - 530	> 49.2 - 8.4	> 0.5 - 3	> 2 - 10
C	> 40 - 90	> 8.4 - 3.7	> 3 - 6	> 10 - 20
D	> 23 - 40	> 3.7 - 2.1	> 6 - 11	> 20 - 36
E	> 11 - 23	> 2.1 - 1.0	> 11 - 18	> 36 - 59
F	≤ 11	< 1	> 18	> 59

Fuente: (TRB, 2010)

Una vez obtenido los resultados de flujos peatonales por unidad de ancho de la Tabla 178 se procedió a comparar estos con la Tabla 179 y la

Tabla 180, con los parámetros establecidos se determinará el nivel de servicio de cada infraestructura peatonal identificada, que a continuación se mostrará en la Tabla 181.

Tabla 181. Determinación del nivel de servicio peatonal en los segmentos peatonales

Segmento de calle urbana	Sentido del tránsito	Tipo de infraestructura	Flujo peatonal (peatón/min/ft)		Criterio	NDS	
			Mañana	Tarde		Mañana	Tarde
Atoqsaycuchi	A/B	Peatonal	0.24	0.29	Flujo aleatorio	A	A
	A/B	Escalera	0.27	0.34	Escaleras	A	A
Carme Alto tramo 1	A/B	Vereda Izquierda	1.13	2.62	Ajuste de pelotón	B	B
	A/B	Vereda Derecha	1.27	2.95	Ajuste de pelotón	B	B
Canchipata	A/B	Peatonal	0.24	0.74	Flujo aleatorio	A	A
	A/B	Escalera	0.26	0.79	Escaleras	A	A
Carme Alto tramo 2	A/B	Vereda Izquierda	2.67	5.78	Ajuste de pelotón	B	C
	A/B	Vereda Derecha	1.98	4.30	Ajuste de pelotón	B	C
Cuesta San Blas	A/B	Vereda Izquierda	18.85	29.58	Ajuste de pelotón	F	F
	A/B	Vereda Derecha	10.28	16.13	Ajuste de pelotón	D	E
	A/B	Escalera Derecha	14.75	23.15	Escaleras	E	F
	A/B	Escalera Izquierda	10.28	16.13	Escaleras	D	F
Plazoleta	A/B	Vereda Izquierda	2.59	5.03	Ajuste de pelotón	B	C
	A/B	Escalera	0.68	1.31	Escaleras	A	A
Tandapata	A/B	Peatonal	0.83	0.69	Flujo aleatorio	A	A
Carmen Bajo	A/B	Vereda Izquierda	40.23	75.18	Ajuste de pelotón	F	F
	A/B	Vereda Derecha	4.02	7.52	Ajuste de pelotón	C	D

Fuente: Elaboración propia

3.6.4 Aforo vehicular

3.6.4.1 Procesamiento

- Con los aforos vehiculares de la Tabla 65 hasta la Tabla 89 se realizó la suma de volúmenes por hora de las 4 intersecciones en estudio en la Tabla 182, en la cual se identificó el horario de 8:00 a 9:00 horas como la hora pico que tiene el máximo volumen horario observado en el periodo de la mañana para todas las intersecciones de la zona.

Tabla 182. *Volúmenes totales por hora de los aforos vehiculares-Mañana*

Horas de control	1V	2V	3V	4V	Volumen (Veh/h)
	Cl. Cuesta San Blas-Cl. Choquechaca	Cl. Chihuampata -Cl. Carmen Alto	Cl. Carmen Alto-Cl. Cuesta San Blas	Cl. Carmen Alto-Cl. 7 Angelitos	
08:00 -09:00	322	284	203	63	872
08:15 -09:15	301	256	189	56	802
08:30 -09:30	297	223	170	54	744
08:45 -09:45	290	200	162	59	711
09:00 -10:00	265	197	148	51	661
Volumen máximo (veh/h)					872

Fuente: *Elaboración propia*

En la

- Tabla 66 hasta la Tabla 90, se realizó la suma de volúmenes por hora de las 4 intersecciones en estudio en la Tabla 182, en la cual se identificó el horario de 17:30 a 18:30 horas como la hora pico que tiene el máximo volumen horario observado en el periodo de la tarde para todas las intersecciones de la zona.











Tabla 183. *Volúmenes totales por hora de los aforos vehiculares-Mañana*

Horas de control	1V	2V	3V	4V	Volumen (Veh/h)
	Cuesta San Blas-Choquechaca	Chihuampata-Carmen Alto	Carmen Alto-Cuesta San Blas	Carmen Alto-7 Angelitos	
17:30 -18:30	308	228	167	78	781
17:45 -18:45	292	212	151	85	740
18:00 -19:00	271	192	144	62	669
18:15 -19:15	257	177	133	61	628
18:30 -19:30	210	177	141	70	598
Volumen máximo (veh/h)					

Fuente: *Elaboración propia*











- Se calculó el porcentaje de la clasificación de vehículos para cada intersección, como ejemplo en la intersección de la Calle Cuesta San Blas con Calle Choquechaca se separó el volumen de la hora pico de los aforos vehiculares en la Tabla 184 y en la Tabla 185 y se calculó el porcentaje de la clasificación de vehículos como se aprecia en la Figura 174, para los horarios de la mañana y la tarde.

Tabla 184. Volúmenes de la hora pico de Calle Cuesta San Blas-Choquechaca-Mañana

Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				Pick up	Rural		
Diagrama vehicular			 	 	 	 	
08:00 -8:15	0	1	62	5	8	0	76
08:15 -8:30	0	2	57	2	10	1	72
08:30 -8:45	0	2	69	5	9	1	86
08:45 -09:00	0	1	72	3	10	2	88
Total (veh /h)	0	6	260	15	37	4	322
Porcentaje de vehículos (%)	0.00	1.86	80.75	4.66	11.49	1.24	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 185. Volúmenes de la hora pico de Cuesta San Blas- Choquechaca-Tarde

Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				Pick up	Rural		
Diagrama vehicular			 	 	 	 	
17:30 -17:45	0	1	62	4	3	1	71
17:45 -18:00	0	2	73	9	13	0	97
18:00 -18:15	3	2	67	3	12	1	88
18:15 -18:30	0	1	37	8	5	1	52
Total (veh /h)	3	6	239	24	33	3	308
Porcentaje de vehículos (%)	0.97	1.95	77.60	7.79	10.71	0.97	

Fuente: Elaboración propia

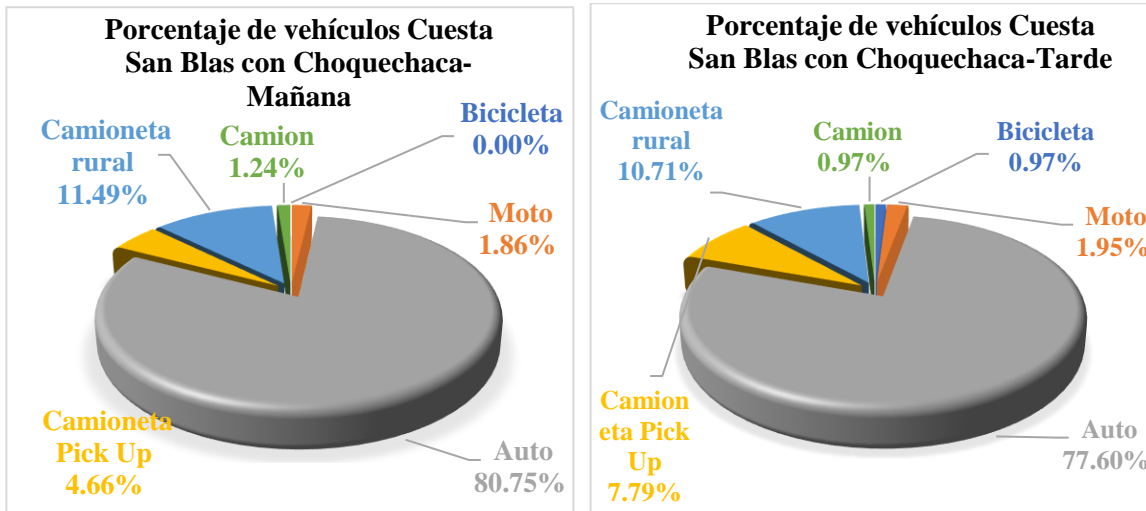


Figura 174. Porcentaje de la clasificación de vehículos en Cuesta San con Choquechaca

- Se determinó el factor de hora pico para cada intersección, como ejemplo para la intersección de la Calle Cuesta San Blas con Calle Choquechaca, se resumió los aforos vehiculares de los movimiento en la Tabla 186 y en la Tabla 187 para los horarios de la mañana y de la tarde respectivamente, luego se identificó los máximos volúmenes de tráfico de 15 minutos, además se calculó el porcentaje de vehículos pesado para cada movimiento, para posteriormente determinar el factor de hora pico con la siguiente ecuación:

$$FHP = \frac{Vt}{4 * (V15max)}$$

Donde:

FHP = Factor hora punta o factor horario de máxima demanda

Vt = Volumen vehicularen una hora (veh/h)

V15max = Volumen pico en 15 minutos en la toma de datos (veh/15min)

Tabla 186. Resumen de volúmenes vehiculares en la hora pico para cada movimiento de la intersección de la Calle Cuesta San Blas y Choquechaca-Mañana

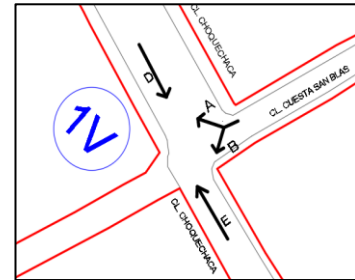
Sentido	E-N	E-S	S-N	N-S	Volumen intersección
Movimiento					
Hora	A	B	C	D	
08:00 -8:15	1	38	15	22	76
08:15 -8:30	3	32	10	27	72
08:30 -8:45	6	33	20	27	86
08:45 -09:00	2	36	23	27	88
V15 (veh/15min)	2	36	23	27	88

Volumen (veh/h)	12	139	68	103	322
FHP					0.91

Fuente: Elaboración propia

Tabla 187. Resumen de volúmenes vehiculares en la hora pico para cada movimiento de la intersección de la Calle Cuesta San Blas y Choquechaca-Tarde

Sentido	E-N	E-S	S-N	N-S	Volumen intersección
Movimiento					
Hora	A	B	C	D	
17:30 -17:45	1	48	13	9	71
17:45 -18:00	3	46	24	24	97
18:00 -18:15	1	51	16	20	88
18:15 -18:30	1	23	15	13	52
V15 (veh/15min)	3	46	24	24	97
Volumen (veh/h)	6	168	68	66	308
FHP					0.79



Fuente: Elaboración propia

- Se determinó la tasa de flujo para cada movimiento y para la intersección en general, como ejemplo la Tabla 188 y la Tabla 187 nos dan el resumen de los volúmenes en la hora pico de la intersección de la Calle Cuesta San Blas y Calle Choquechaca, para luego hallar las tasa de flujo de la Figura 175 y de la Figura 176 para la mañana y la tarde, usando la siguiente ecuación:

$$v = \frac{V}{FHP}$$

Dónde

v = Tasa de flujo para un periodo máximo de 15 minutos (veh / h),

V = Volumen por hora (veh / h), y

FHP = Factor de hora pico.

Tabla 188. Cálculo de la tasa de flujo de la intersección de la Calle Cuesta San Blas-Choquechaca para la mañana

Sentido	E-N	E-S	S-N	N-S	Total intersección
Movimiento					
	A	B	C	D	
Volumen (veh/h)	12	139	68	103	322
FHP					0.91
Tasa de flujo v (veh/h)	13	152	74	113	352

Fuente: Elaboración propia

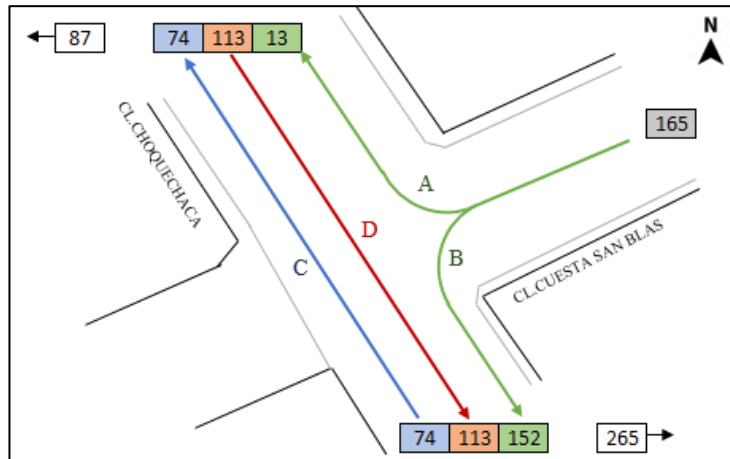


Figura 175. Diagrama de tasa de flujo para la Cuesta San Blas con Choquechaca-mañana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 189. Cálculo de la tasa de flujo de la intersección de la Calle Cuesta San Blas-Choquechaca para la tarde

Sentido	E-N	E-S	S-N	N-S	Total intersección
Movimiento					
	A	B	C	D	
Volumen (veh/h)	6	168	68	66	308
FHP				0.79	
Tasa de flujo v (veh/h)	8	212	86	83	388

Fuente: Elaboración propia

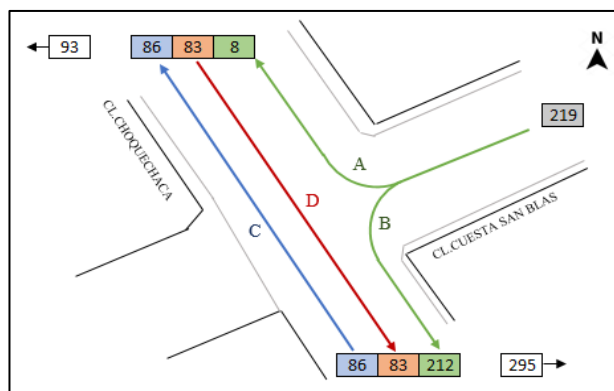


Figura 176. Diagrama de tasa de flujo para Cuesta San Blas con Choquechaca-tarde

Fuente: Elaboración propia

3.6.4.2 Toma de datos

Intersección de Chihuampata con Carmen Alto

Tabla 190. Volúmenes de la hora pico de Chihuampata con Carmen Alto -Mañana

Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas	Total
-----------	------	------	------------	-------

Hora	Pick up		Rural		Camión (C2)		
Diagrama vehicular							
08:00 -8:15	0	1	51	2	7	1	62
08:15 -8:30	0	0	83	3	7	0	93
08:30 -8:45	0	0	69	2	3	1	75
08:45 -09:00	0	0	46	1	7	0	54
Total (veh /h)	0	1	249	8	24	2	284
Porcentaje de vehículos (%)	0.00	0.35	87.68	2.82	8.45	0.70	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 191. Volúmenes de la hora pico de la Calle Chihuampata con Carmen Alto -Tarde

Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				Pick up	Rural		
Diagrama vehicular							
17:30 -17:45	0	0	54	4	4	0	62
17:45 -18:00	0	0	55	6	3	1	65
18:00 -18:15	0	1	59	2	3	0	65
18:15 -18:30	0	1	28	4	2	1	36
Total (veh /h)	0	2	196	16	12	2	228
Porcentaje de vehículos (%)	0.00	0.88	85.96	7.02	5.26	0.88	

Fuente: Elaboración propia

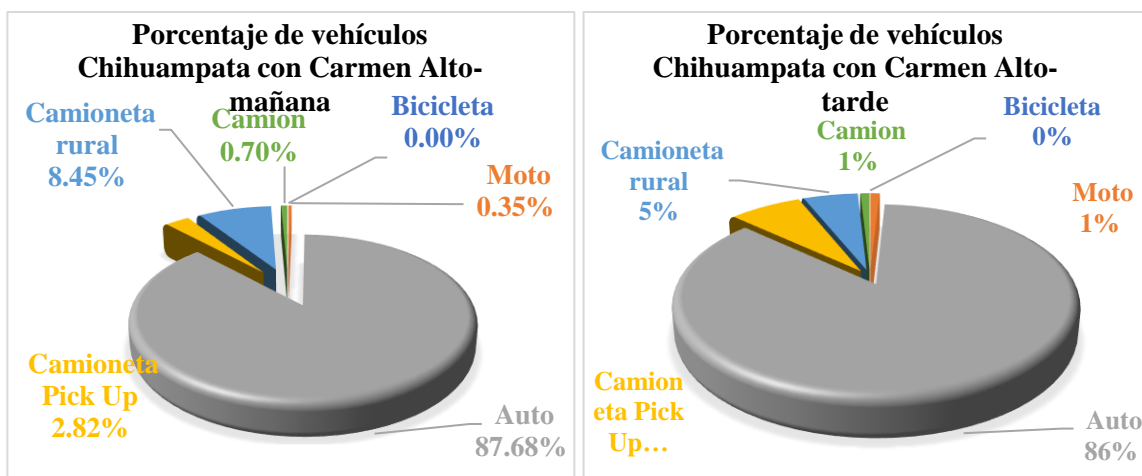
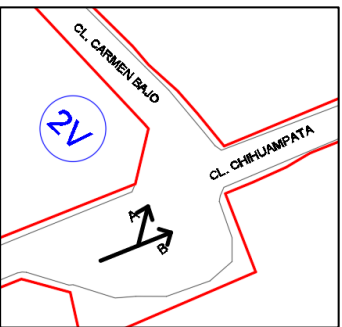


Figura 177. Porcentaje de la clasificación de vehículos en Chihuampata con Carmen Alto

Tabla 192. Resumen de volúmenes vehiculares en la hora pico para cada movimiento de la intersección de la Calle Chihuampata con Carmen Bajo-Mañana

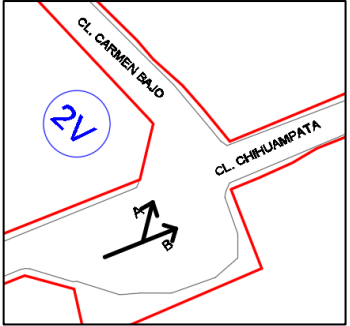
Sentido	W-N	W-E	Volumen intersección
Movimiento			
Hora	A	B	
08:00 -8:15	33	29	62
08:15 -8:30	39	54	93
08:30 -8:45	42	33	75
08:45 -09:00	32	22	54
V15 (veh/15min)	39	54	93
Volumen (veh/h)	146	138	284
FHP			0.76



Fuente: Elaboración propia

Tabla 193. Resumen de volúmenes vehiculares en la hora pico para cada movimiento de la intersección de la Calle Chihuampata con Carmen Bajo-Tarde

Sentido	W-N	W-E	Volumen intersección
Movimiento			
Hora	A	B	
17:30 -17:45	31	31	62
17:45 -18:00	33	32	65
18:00 -18:15	34	31	65
18:15 -18:30	25	11	36
V15 (veh/15min)	33	32	65
Volumen (veh/h)	123	105	228
FHP			0.88



Fuente: Elaboración propia

Tabla 194. Cálculo de la tasa de flujo de Chihuampata con Carmen Bajo-mañana

Sentido	W-N	W-E	Intersección
Movimiento			
	A	B	
Volumen (veh/h)	146	138	284
FHP			0.76
Tasa de flujo v (veh/h)	191	181	372

Fuente: Elaboración propia

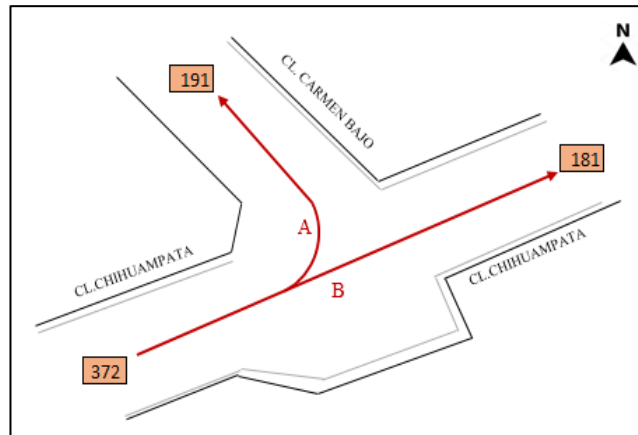


Figura 178. Diagrama de tasa de flujo para Chihuampata con Carmen Bajo-mañana
Fuente: Elaboración propia

Tabla 195. Cálculo de la tasa de flujo de Chihuampata con Carmen Bajo-tarde

Sentido	W-N	W-E	Volumen intersección
Movimiento			
Hora	A	B	
Volumen (veh/h)	123	105	228
FHP		0.88	
Tasa de flujo v (veh/h)	140	120	260

Fuente: Elaboración propia

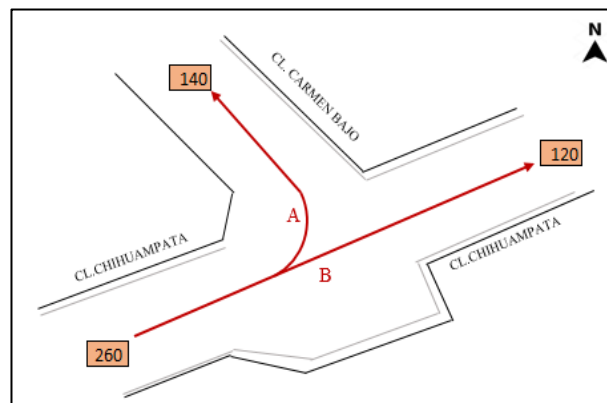


Figura 179. Diagrama de tasa de flujo para la intersección de la Calle Chihuampata con Carmen Bajo-tarde
Fuente: Elaboración propia

Intersección de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Tabla 196. Volúmenes de la hora pico de Carmen Alto con Cuesta San Blas-Mañana

Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				Pick up	Rural		
Diagrama vehicular							
08:00 -8:15	0	1	44	3	4	0	52
08:15 -8:30	0	2	44	2	2	2	52

08:30 -8:45	0	0	44	1	3	1	49
08:45 -09:00	0	1	43	1	4	1	50
Total (veh /h)	0	4	175	7	13	4	203
Porcentaje de vehículos (%)	0.00	1.97	86.21	3.45	6.40	1.97	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 197. Volúmenes de la hora pico de Calle Carmen Alto con Cuesta San Blas-Tarde

Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				Pick up	Rural		
Diagrama vehicular							
17:30 -17:45	0	1	46	3	3	0	53
17:45 -18:00	0	2	41	2	2	0	47
18:00 -18:15	0	2	34	2	6	1	45
18:15 -18:30	0	1	18	2	1	0	22
Total (veh /h)	0	6	139	9	12	1	167
Porcentaje de vehículos (%)	0.00	1.95	45.13	2.92	3.90	0.32	

Fuente: Elaboración propia

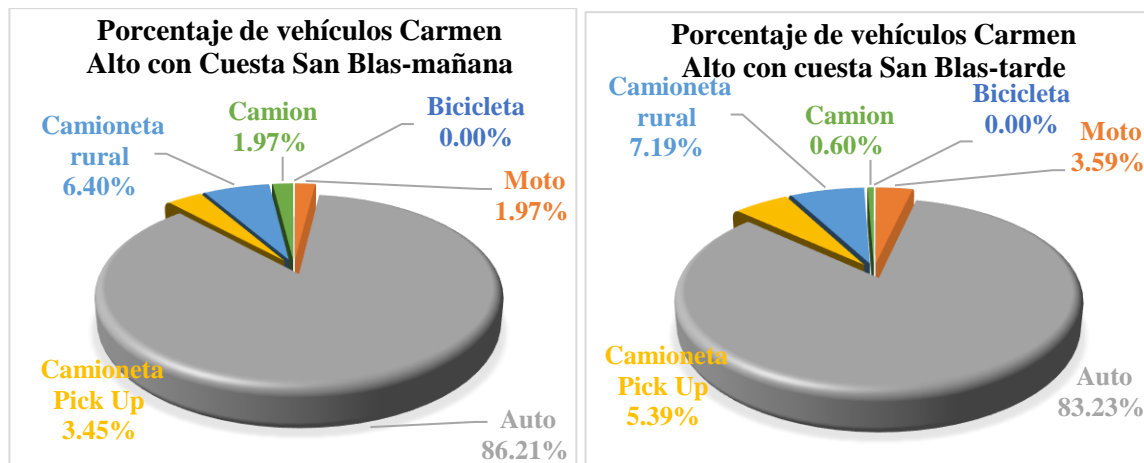


Figura 180. Porcentaje de la clasificación de vehículos de Calle Carmen Alto con Cuesta San Blas

Fuente: Elaboración propia

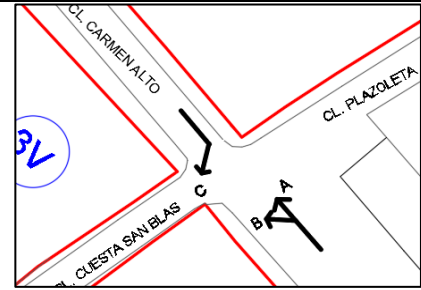
Tabla 198. Resumen de volúmenes vehiculares en la hora pico para cada movimiento de la intersección de la Calle Carmen Alto con Cuesta San Blas-Mañana

Sentido	S-N	S-W	N-W	Volumen intersección
	←	↶	↷	
Movimiento	A	B	C	
08:00 -8:15	5	36	11	52
08:15 -8:30	12	33	7	52
08:30 -8:45	6	35	8	49
08:45 -09:00	7	37	6	50

V15 (veh/15min)	5	36	11	52
Volumen (veh/h)	30	141	32	203

0.98

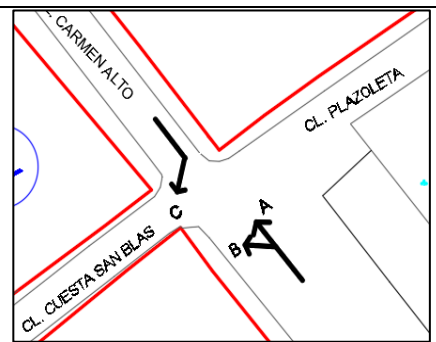
FHP



Fuente: Elaboración propia

Tabla 199. Resumen de volúmenes vehiculares en la hora pico para cada movimiento de la intersección de la Calle Carmen Alto con Cuesta San Blas -Tarde

Sentido	S-N	S-W	N-W	Volumen intersección
Movimiento	←	↙	↘	
Hora	A	B	C	
17:30 -17:45	17	34	2	53
17:45 -18:00	5	35	7	47
18:00 -18:15	6	32	7	45
18:15 -18:30	3	11	8	22
V15 (veh/15min)	17	34	2	53
Volumen (veh/h)	31	112	24	167
FHP				0.79



Fuente: Elaboración propia

Tabla 200. Cálculo de la tasa de flujo de Calle Carmen Alto con Cuesta San Blas-mañana

Sentido	S-N	S-W	N-W	Volumen intersección
Movimiento	←	↙	↘	
Hora	A	B	C	
Volumen (veh/h)	30	141	32	203
FHP				0.98
Tasa de flujo v (veh/h)	31	144	33	208

Fuente: Elaboración propia

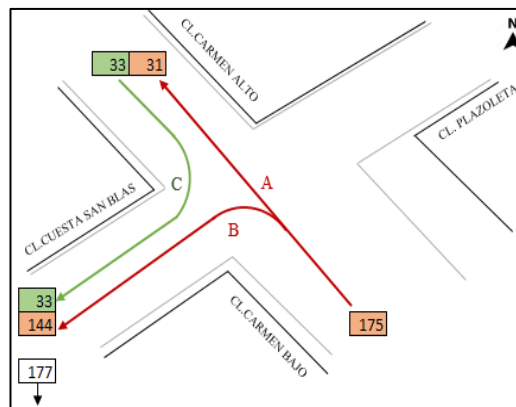


Figura 181. Diagrama de tasa de flujo de Carmen Alto con Cuesta San Blas-mañana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 201. Cálculo de la tasa de flujo de Calle Carmen Alto con Cuesta San Blas-tarde

Sentido	S-N	S-W	N-W	Volumen intersección
Movimiento	←	↙	↘	
Hora	A	B	C	
Volumen (veh/h)	31	112	24	167
FHP			0.79	
Tasa de flujo v (veh/h)	39	142	30	212

Fuente: Elaboración propia

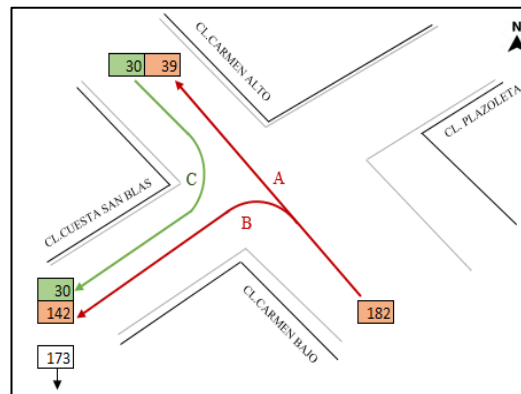


Figura 182. Diagrama de tasa de flujo de Calle Carmen Alto con Cuesta San Blas-tarde

Fuente: Elaboración propia

Intersección de Carmen Alto con 7 Angelitos

Tabla 202. Volúmenes de la hora pico de Calle Carmen Alto con 7 Angelitos-Mañana

Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				Pick up	Rural		
Diagrama vehicular							
08:00 -8:15	0	1	12	0	3	1	17
08:15 -8:30	0	1	11	2	4	0	18
08:30 -8:45	0	0	10	0	0	0	10
08:45 -09:00	0	1	15	0	1	1	18
Total (veh /h)	0	3	48	2	8	2	63
Vehículos (%)	0.00	4.76	76.19	3.17	12.70	3.17	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 203. Volúmenes de la hora pico de Calle Carmen Alto con 7 Angelitos-Tarde

Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				Pick up	Rural		
Diagrama vehicular							
17:30 -17:45	0	0	5	0	2	0	7
17:45 -18:00	0	2	35	0	5	0	42
18:00 -18:15	0	2	17	1	0	0	20

18:15 -18:30	0	1	7	0	0	1	9
Total (veh/h)	0	5	64	1	7	1	78
Vehículos (%)	0.00	6.41	82.05	1.28	8.97	1.28	

Fuente: Elaboración propia

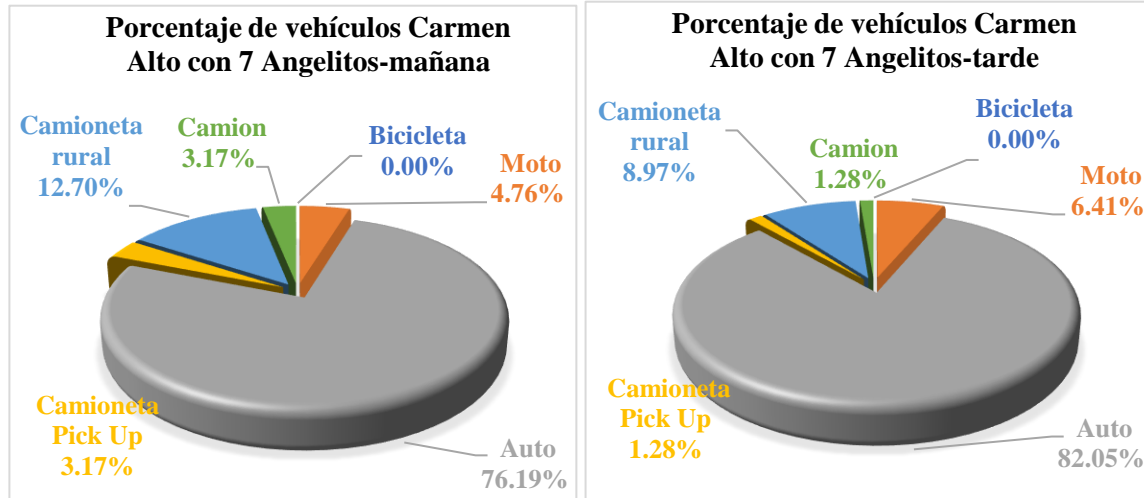


Figura 183: Porcentaje de la clasificación de vehículos de la Carmen Alto con 7 Angelitos-mañana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 204. Resumen de volúmenes vehiculares en la hora pico para cada movimiento de la intersección de la Calle Carmen Alto con 7 Angelitos-Mañana

Sentido	S-N	S-E	N-S	E-S	Volumen intersección
Movimiento	←	↶	→	↷	
Hora	A	B	C	D	
08:00 -8:15	3	7	4	3	17
08:15 -8:30	1	8	1	8	18
08:30 -8:45	3	3	2	2	10
08:45 -09:00	2	3	4	9	18
V15 (veh/15min)	1	8	1	8	18
Volumen (veh/h)	9	21	11	22	63
FHP					0.88

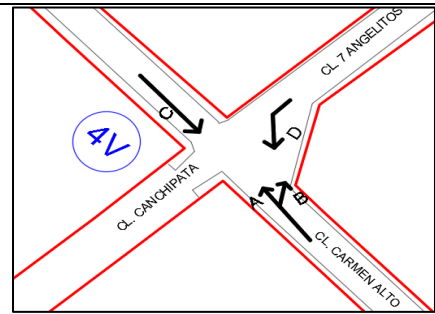
Fuente: Elaboración propia

Tabla 205. Resumen de volúmenes vehiculares en la hora pico para cada movimiento de la intersección de la Calle Carmen Alto con 7 Angelitos -Tarde

Sentido	S-N	S-E	N-S	E-S	Volumen intersección
Movimiento	←	↶	→	↷	
Hora	A	B	C	D	
17:30 -17:45	5	0	0	2	7
17:45 -18:00	0	16	8	18	42
18:00 -18:15	1	7	5	7	20

18:15 -18:30	1	3	0	5	9
V15 (veh/15min)	0	16	8	18	42
Volumen (veh/h)	7	26	13	32	78

FHP 0.46



Fuente: Elaboración propia

Tabla 206. Cálculo de la tasa de flujo de Carmen Alto con 7 Angelitos-mañana

Sentido	S-N	S-E	N-S	E-S	Volumen intersección
Movimiento	←	↶	→	↷	
Hora	A	B	C	D	
Volumen (veh/h)	9	21	11	22	63
FHP				0.88	
Tasa de flujo v (veh/h)	10	24	13	25	72

Fuente: Elaboración propia

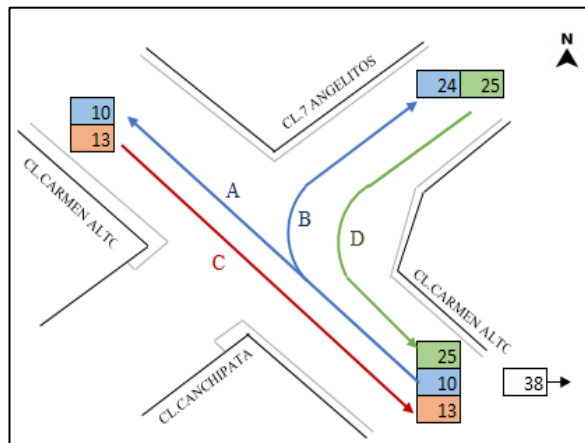


Figura 184. Diagrama de tasa de flujo de Carmen Alto con 7 Angelitos-mañana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 207. Cálculo de la tasa de flujo de Carmen Alto con 7 Angelitos-tarde

Sentido	S-N	S-E	N-S	E-S	Volumen intersección
Movimiento	←	↶	→	↷	
Hora	A	B	C	D	
Volumen (veh/h)	7	26	13	32	78
FHP				0.46	
Tasa de flujo v (veh/h)	15	56	28	69	168

Fuente: Elaboración propia

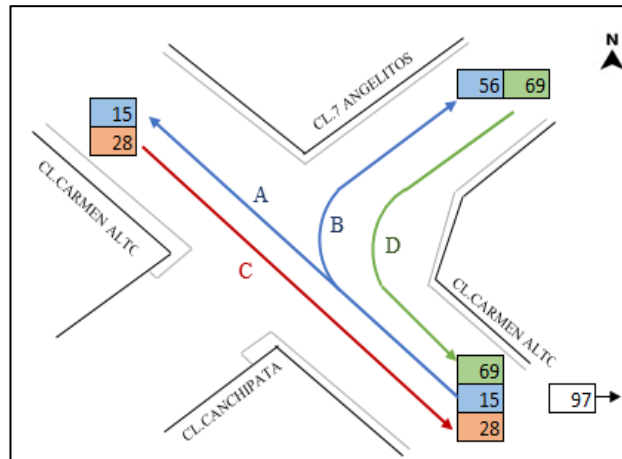


Figura 185. Diagrama de tasa de flujo de Carmen Alto con 7 Angelitos-tarde

Fuente: Elaboración propia

3.6.5 Cálculo de la Capacidad y Nivel de Servicio vehicular para una intersección no semaforizada

Se utiliza la metodología del capítulo 19 del Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010), se identificaron tres intersecciones controladas por dos señales de PARE, puesto que los conductores en las aproximaciones de flujos menores, deben de esperar los espacios disponibles en el flujo de las aproximaciones con flujos mayores y en ambos casos existen un conflicto con los peatones, los cuales son considerados en la metodología.

Tabla 208. Intersecciones no semaforizadas identificadas

Aforo vehicular	Intersección
2V	Cl. Chihuampata-Cl. Carmen Alto
3V	Cl. Carmen Alto-Cl. Cuesta San Blas
4V	Cl. Carmen Alto-Cl. 7 Angelitos

Fuente: Elaboración propia

El proceso de cálculo para las tres intersecciones de la Tabla 208, incluye la prioridad de los movimientos peatonales y vehiculares, la disponibilidad de los espacios en la calle principal y la utilidad de estos espacios para los conductores. El procesamiento para las intersecciones en estudio queda descrito a continuación:

3.6.5.1 Procesamiento

Paso 1: Datos de entrada

Estos fueron recopilados del procesamiento de los aforos peatonales y vehiculares para la determinación de los flujos, así también de las fichas de medición de características geométricas para cada intersección. Como ejemplo la intersección de la calle Carmen Alto con

la calle Cuesta San Blas, se utilizó los valores para volúmenes vehiculares de la Tabla 200 y la Tabla 201, para los volúmenes peatonales se utilizó la Tabla 134 y la Tabla 139, como también las características geométricas de la Figura 99.

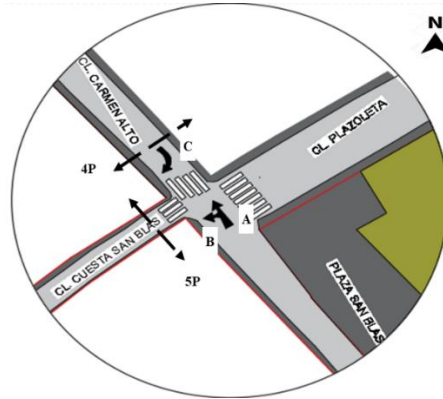


Figura 186. Sentidos de flujo vehicular y peatonal en las mediciones geométricas de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 209. Resumen de flujos vehiculares y mediciones geométricas de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Sentido	S-N		S-W		N-W	
	Directo		Giro izquierdo		Giro derecho	
	A		B		C	
Horario	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Volumen (veh/h)	30.00	31.00	141.00	112.00	32.00	24.00
V15 (veh/15min)	5.00	17.00	36.00	34.00	11.00	2.00
Vehículo pesado (%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
FHP	0.98	0.79	0.98	0.79	0.98	0.79
Tasa de flujo v (veh/h)	31	39	144	142	33	30
Pendiente (%)	2.54	2.54	2.54	2.54	3.86	3.86
Ancho de carril w (m)	2.93		2.93		2.87	
Ancho de carril w (ft)	9.613		9.613		9.416	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 210. Resumen de flujos peatonales de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Sentido	4P: Cl. Carmen Alto		5P: Cl. Cuesta San Blas	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Volumen (P/h)	94	264	506	920
V15 (P/15min)	42	91	167	262
FHP	0.56	0.73	0.76	0.88
Tasa de flujo v (p/h)	168	364	668	1048

Fuente: Elaboración propia

**Paso 2: Determine y marque las prioridades de movimiento.**

Se reconoció el rango para cada movimiento, de acuerdo con la prioridad de derecho de paso, teniendo en consideración que el movimiento que tome el primer espacio aceptable disponible en el flujo de tráfico principal, subordinara a los demás movimientos que tengan que esperar un segundo espacio disponible. En el HCM 2010 (TRB, 2010) los movimientos se pueden clasificar por prioridad de derecho de paso de la siguiente manera:

- Los movimientos del Rango 1 incluyen tráfico de paso en la calle principal, el tráfico que gira a la derecha de la calle principal y los movimientos de peatones que cruzan la calle menor.
- Los movimientos del Rango 2 (subordinado al Rango 1) incluyen el tráfico que gira a la izquierda y el giro en U desde la calle principal, el tráfico que gira a la derecha hacia la calle principal y los movimientos de peatones que cruzan la calle principal (supuestamente para este procedimiento).
- Los movimientos de Rango 3 (subordinados a los Rangos 1 y 2) incluyen el tráfico en la calle menor (en el caso de una intersección de cuatro tramos) y el tráfico que gira a la izquierda desde la calle menor (en el caso de una intersección en T).
- Los movimientos de Rango 4 (subordinados a todos los demás) incluyen el tráfico que gira a la izquierda desde la calle menor. Los movimientos de rango 4 ocurren solo en intersecciones de cuatro tramos.

Para la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta San Blas donde se observan carriles compartidos para todos los movimientos, se identificó la numeración de movimientos en la Figura 187 de acuerdo a la *Figura 60* donde se indica los movimientos para una intersección típica. Luego se indicó el rango y la tasa de flujo para cada movimiento en la intersección en la Tabla 211, donde los movimientos 5 y 15 para efectos del análisis se consideran prioritarios de rango 1, los cuales son cedidos por los movimientos 3, 4 y 13 de rango 2 que entran en conflicto directo con estos y entre sí.

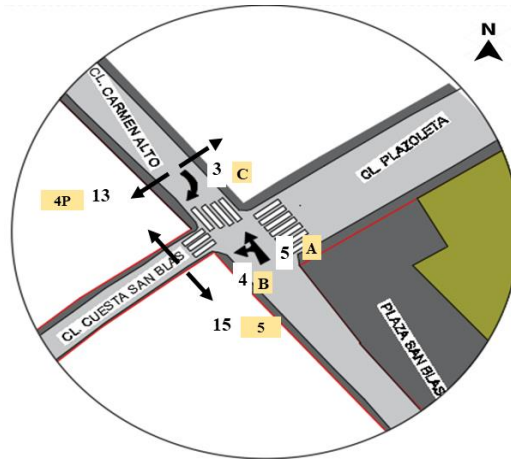


Figura 187: Numeración de los movimientos en calle Carmen Alto con Cuesta San Blas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 211. Tasa de flujo y Rango de los movimientos en calle Carmen Alto con Cuesta San Blas

Sentido	Movimiento (x)	Rango	Tasa de flujo vx (veh/h)	
			Mañana	Tarde
A	5	1	31	39
B	4	2	144	142
C	3	2	33	30
4P	13	2	168	364
5P	15	1	668	1048

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Determinación de las tasas de flujo en conflicto.

Se define los conjuntos de conflictos para cada movimiento, que es la suma de las tasas de flujo en conflicto con el movimiento en estudio, se considera también los flujos de peatones. Se pone como ejemplo la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta san Blas, donde se considera que los conflictos suceden en los movimientos 4 y 3 de rango 2, por tanto, el movimiento de giro a la izquierda 4 tienen un conflicto directo con la totalidad del flujo del movimiento vehicular 3 y el movimiento peatonal 15, de igual manera el movimiento de giro a la derecha 3 posee un conflicto con todos los movimientos vehiculares y peatonales de la intersección.

Tabla 212. Tasa de flujo en conflicto de los movimientos de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Movimiento (x)	Tasa de flujo en conflicto vc,x (veh/h)	Mañana	Tarde
5	-	-	-
4	$v_4 = v_3 + v_{15}$	701	1078
3	$v_3 = v_4 + v_5 + v_{14} + v_{15}$	1011	1594

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Determine los avances críticos y los avances de seguimiento.

Se determina los avances críticos y avances de seguimiento, para los movimientos que poseen conflictos. Los avances críticos parten del avance crítico base dado por la metodología y se calculan con la ecuación:

$$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV}P_{HV} + t_{c,G}G - t_{3,LT}$$

$t_{c,x}$ = avance crítico para el movimiento x (s);

$t_{c,base}$ = avance crítico base de la Tabla 10 (s);

$t_{c,HV}$ = factor de ajuste para vehículos pesados (1.0 para calles principales con un carril en cada dirección; 2.0 para calles principales con dos o tres carriles en cada dirección) (s);

P_{HV} = proporción de vehículos pesados para movimiento (expresada como decimal; por ejemplo $P_{HV} = 0.02$ para vehículos pesados al 2%);

$t_{c,G}$ = factor de ajuste para la pendiente (0.1 para los movimientos 9 y 12; 0.2 para los movimientos 7, 8, 10 y 11) (s);

G = porcentaje de pendiente (expresado como un número entero; por ejemplo, $G = -2$ para un grado de descenso del 2%); y

$t_{3,LT}$ = factor de ajuste para la geometría de la intersección (0.7 para el movimiento de giro a la izquierda en la calle menor en las intersecciones de tres patas; 0.0 de lo contrario) (s).

$t_{3,LT}$ Es aplicable a los movimientos 7, 8, 10 y 11.

En la intersección de la calle Cuesta San Blas, cuyo cálculo se muestra en la Tabla 213, el giro a la derecha tiene un avance crítico base asumido de 4.1 según la Tabla 10, este no posee vehículos pesados y el ajuste para la pendiente es de 0.1, no tiene ajuste para la geometría por ser una intersección de tres tramos, es así que el avance crítico resultante nos da 4. La capacidad para este giro se verá reducida por ser un avance crítico menor.

Tabla 213. Cálculo del avance crítico de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Movimiento (x)	Avance crítico base	Ajuste de vehículos pesados	Proporción de vehículos pesados	Ajuste para la pendiente	Pendiente G (%)	Ajuste para la geometría	Avance crítico
	tc, base	tc, HV	PHV	tc, G		t3, LT	
5	-	-	-	-	-	-	-

4	4.1	0	0.00%	0	2.54	0	4.10
3	4.1	0	0.00%	0.1	-3.86	0	3.71

Fuente: Elaboración propia

Después se realizó el cálculo de los avances de seguimiento para cada movimiento que tiene conflictos al igual que el avance crítico, con la siguiente expresión:

$$t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV}P_{HV}$$

$t_{f,x}$ =avances de seguimiento para el movimiento x (s),

$t_{f,base}$ =avance de seguimiento base de la Tabla 11 (s),

$t_{f,HV}$ =factor de ajuste para vehículos pesados (0.9 para calles principales con un carril en cada dirección, 1.0 para calles principales con dos o tres carriles en cada dirección), y

P_{HV} =proporción de vehículos pesados para movimiento (expresada como decimal; por ejemplo, $P_{HV} = 0.02$ para vehículos pesados al 2%).

La Tabla 214 no indica el cálculo del avance de seguimiento para la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta San Blas, donde el giro a la derecha tiene un avance de seguimiento asumido como 2.2 con la Tabla 11, no posee vehículos pesados por lo que su avance de seguimiento resultante será el mismo.

Tabla 214. Cálculo del avance de seguimiento de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Movimiento (x)	Avance de seguimiento base	Ajuste de vehículos pesados	Proporción de vehículos pesados	Avance de seguimiento
	tf, base	tf, HV	PHV	tf, x (s)
5				
4	2.2	0	0.00%	2.20
3	2.2	0	0.00%	2.20

Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Calcular las capacidades potenciales.

De acuerdo al modelo de aceptación de espacios se calcula la capacidad potencial para los movimientos identificados en cada intersección, usando la siguiente expresión

$$C_{p,x} = v_{c,x} \frac{e^{-v_{c,x}t_{c,x}/3600}}{1 - e^{-v_{c,x}t_{f,x}/3600}}$$