

Donde:

$c_{p,x}$ =capacidad potencial de movimiento x (veh / h),

$v_{c,x}$ =tasa de flujo conflictivo para el movimiento x (veh / h),

$t_{c,x}$ =avance crítico para movimientos menores x (s), y

$t_{f,x}$ =Avance de seguimiento para movimientos menores x (s)

Como ejemplo el cálculo de la Tabla 215 para la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta San Blas el cálculo parte de las tasas de flujo en conflicto de la Tabla 212 y los avances críticos y de seguimientos de la Tabla 213 y la Tabla 214. Donde la capacidad potencial del movimiento de giro a la derecha se ve reducida en comparación al giro a la izquierda para la mañana y la tarde.

Tabla 215. *Cálculo de las capacidades potenciales de Carmen Alto con Cuesta San Blas*

Movimiento (x)	Tasa de flujo en conflicto $v_{c,x}$ (veh/h)		Avance crítico $t_{c,x}$ (s)		Avance de seguimiento $t_{f,x}$ (s)		Capacidades potenciales $c_{p,x}$ (veh/h)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
5	-	-	-	-	-	-	-	-
4	700.8	1078.5	4.1	4.1	2.2	2.2	905.6	654.2
3	1011.2	1593.5	3.7	3.7	2.2	2.2	772.9	494.7

Fuente: *Elaboración propia*

Paso 6: Calcular capacidades de movimiento

Para el análisis de la capacidad de movimiento se tuvo en cuenta la impedancia peatonal en lo movimientos que se consideren que tiene conflictos dentro de las intersecciones en estudio. Teniendo en cuenta el rango de cada movimiento y con las siguientes consideraciones:

- La capacidad de movimiento rango 1 no están impedidos por ningún movimiento de rango inferior. Este rango también implica que no se espera que los movimientos de la calle principal del Rango 1 incurran en demora o desaceleración mientras viajan por la intersección.
- La capacidad de movimiento rango 2 de giro a la izquierda de la calle principal se calcula con la ecuación:

$$c_{m,j} = (c_{p,j})p_{p,i}$$

Donde:

$c_{m,j}$ = Capacidad de movimiento

$c_{p,j}$ = Capacidad potencial de los movimientos 1 y 4

$p_{p,i}$ = Factor de impedancia peatonal de los movimientos 1 y 4

El factor de impedancia peatonal para el movimiento peatonal x , $p_{p,x}$ se calcula mediante la ecuación:

$$p_{p,x} = 1 - f_{pb}$$

La siguiente ecuación calcula un factor que tiene en cuenta el bloqueo peatonal:

$$f_{pb} = \frac{(v_x) \left(\frac{w}{S_p} \right)}{3600}$$

Dónde

f_{pb} = factor de bloqueo peatonal o proporción de tiempo que se bloquea un carril en una aproximación durante 1 h;

v_x = número de grupos de peatones, donde x es Movimiento 13, 14, 15 o 16;

w = ancho del carril en el que el movimiento menor está negociando en (ft); y

S_p = velocidad de caminata peatonal, se asume que es de 3.5 pies / s

El factor de impedancia para los movimientos vehiculares de giro a la izquierda de la calle principal y de giro a la derecha de la calle menor se muestra en la Tabla 216.

Tabla 216. Factor de impedancia peatonal para movimientos de rango 2

Movimiento vehicular (v_x)	Debe ceder el movimiento peatonal	Factor de impedancia peatonal (pp,x)
v1	v16	pp,16
v1u	-	-
v4	v15	pp,15
v4U	-	-
v9	v16, v14	(pp,15) (pp,14)
v12	v16, v13	(pp,16) (pp,13)

Fuente: Elaboración propia

Para la aplicación de este paso se pone como ejemplo a la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta San Blas, primero se halla en factor de impedancia de los movimientos

peatonales en la intersección que son el movimiento 13 de la calle Carmen Alto y 15 de la calle Cuesta San Blas en la Tabla 217. Consecutivamente se indica el factor para el movimiento de giro a la izquierda 4 que es impedido por el movimiento peatonal de la calle Cuesta San Blas y el movimiento de giro a la derecha 3 que es impedido por los movimientos peatonales de la calle Carmen alto y cuesta san Blas como se indica en la Tabla 218. Posteriormente, con el cálculo de dichos factores de impedancia y las capacidades potenciales de la Tabla 215, se halló la capacidad de los movimientos vehiculares en la Tabla 219.

Tabla 217. *Factor de impedancia peatonal de los movimientos de Carmen Alto con Cuesta San Blas*

Movimiento (x)	Tasa de flujo vx (veh/h)		Ancho de carril w (ft)	Velocidad de caminata peatonal Sp(pie/s)	Factor de bloqueo peatonal (fpb,x)		Factor de impedancia peatonal (pp,x)	
	Mañana	Tarde			Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
13	168	364	9.416	3.5	0.126	0.272	0.874	0.728
15	668	1048	8.071	3.5	0.428	0.671	0.572	0.329

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 218. *Factor de impedancia para los movimientos vehiculares de Carmen Alto con Cuesta San Blas*

Movimiento (x)	Movimientos a los que cede	ppi	
		Mañana	Tarde
4	(pp15)	0.572	0.329
3	(pp,13)(pp15)	0.500	0.239

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 219. *Capacidad de movimiento de los movimientos vehiculares de Carmen Alto con Cuesta San Blas*

Movimiento (x)	Rango	Capacidad de movimiento cm, x (veh/h)		
		cm, x (veh/h)	Mañana	Tarde
5	1	-	No impedidos por ningún movimiento	No impedidos por ningún movimiento
4	2	(cp,4)(pp,15)	518.1	215.0
3	2	(cp,9)(pp,13)(pp,15)	386.7	118.4

Fuente: *Elaboración propia*

Paso 7: Ajustes de capacidad final.

El ajuste de capacidad que se consideró en el procedimiento fue el del efecto de carril compartido de la calle principal, de los movimientos de paso y de giro a la izquierda. Primero se halló la probabilidad de que no haya cola en las respectivas calles compartidas con la siguiente ecuación:

$$p_{*0,j} = 1 - \frac{1 - p_{0,j}}{1 - x_{i,1+2}}$$

$$p_{0,j} = 1 - \frac{v_j}{c_{m,j}}$$

$$x_{i,1+2} = \frac{v_{i1}}{S_{i1}} + \frac{v_{i2}}{S_{i2}}$$

Donde:

$p_{0,j}$ = Probabilidad de que el tráfico de giro a la izquierda de la calle principal funcione en un estado libre de colas

$j = 1$ y 4 (movimientos de giro a la izquierda en la calle principal y giro en U del Rango 2, utilizando el volumen y la capacidad compartidos según corresponda).

$x_{i,1+2}$ = grado combinado de saturación para los movimientos de giro a la derecha y directo de la calle principal;

S_{i1} = tasa de flujo de saturación para los movimientos directos de la calle principal (se asume que el valor predeterminado es de 1.800 veh / h)

S_{i2} = tasa de flujo de saturación para los movimientos de giro a la derecha de la calle principal (el valor predeterminado se asume que es de 1.500 veh / h)

v_{i1} = tasa de flujo de movimiento directo de la calle principal (veh / h);

v_{i2} = tasa de flujo de giro a la derecha de la calle principal (veh / h)

Para la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta San Blas dicho efecto se calcula para los movimientos 4 de giro a la izquierda y el movimiento 5 directo en la calle Carmen Alto, en la Tabla 220 se asume un flujo de saturación de 1800 veh/h para el movimiento directo y se obtiene valores de 0.72 y 0.28 para la mañana y la tarde respectivamente.

Tabla 220. *Cálculo de la probabilidad de no cola en la calle compartida de Carmen Alto con Cuesta San Blas*

Efecto del carril compartido de la calle principal	Movimiento (x)	4 y 5	
	Horario	Mañana	Tarde
Probabilidad del giro a la izquierda sin colas	$p_{0,j}$	0.72	0.34
Tasa de flujo de movimiento directo	v_{i1} (veh/h)	31	142
Tasa de flujo de giro a la derecha	v_{i2} (veh/h)	0	0
Tasa de flujo de saturación para el movimiento directo	s_{i1} (veh/h)	1800.00	1800.00

Tasa de flujo de saturación para el movimiento giro a la derecha	si2(veh/h)	0.00	0.00
Grado de saturación para giros a la derecha y directo	xi,1+2	0.02	0.08
Probabilidad de que no haya cola en la calle compartida	p*o,j	0.72	0.28

Fuente: *Elaboración propia*

Paso 8: Calcular la demora de control de movimiento.

El cálculo de la demora de control para los movimientos de rango 2 a rango 4 se calcula con la ecuación para cualquier movimiento menor en particular es una función de la capacidad de la aproximación y el grado de saturación.

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900T \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right)\left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{450T}} \right] + 5$$

Donde:

d = demora de control (s / veh),

v_x = tasa de flujo para el movimiento x (veh / h),

$c_{m,x}$ = capacidad de movimiento x (veh / h), y

T = período de tiempo de análisis (es igual a 0.25 h para un período de 15 minutos) (h).

Por otro lado, el efecto del carril compartido en la calle principal donde los vehículos que giran a la izquierda pueden bloquear los vehículos de rango 1 o de giro a la derecha puede ser significativo. La demora promedio de los vehículos de rango 1 se calcula con la ecuación

$$d_{rango1} = \begin{cases} \frac{(1 - p *_{0,j})d_{M,LT} \left(\frac{v_{i,1}}{N}\right)}{v_{i,1} + v_{i,2}} & N > 1 \\ (1 - p *_{0,j})d_{M,LT} & N = 1 \end{cases}$$

Donde:

d_{rango1} = demora a los vehículos de rango 1 (s / veh);

N = número de carriles de paso por dirección en la calle principal;

$p *_{0,j}$ = proporción de vehículos de rango 1 no bloqueados, de la ecuación 19-43;

$d_{M,LT}$ = demora a los principales vehículos que giran a la izquierda, de la ecuación 19-64 (s / veh);

$v_{i,1}$ = vehículos directos de la calle principal en carril compartido (veh / h); y

$v_{i,2}$ = vehículos de giro en la calle principal en carril compartido (veh / h).

Como ejemplo en la Tabla 221 se muestra el cálculo de la demora de control para la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta San Blas, donde el movimiento 5 directo de rango 1 tendrá una demora de control influenciada por el ajuste del carril compartido, el movimiento 4 de giro a la izquierda y el movimiento 3 de giro a la derecha se calculan con la ecuación de demora de control para movimientos de rango 2.

Tabla 221. Demora de control para los movimientos vehiculares de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Movimiento (x)	Tasa de flujo vx (veh/h)		Capacidad de movimiento cm, x (veh/h)		Probabilidad de no cola p*o,j		Demora de control d (s)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	5	31	39			0.72	0.28	4.15
4	144	142	518.1	215.0			14.61	44.39
3	33	30	386.7	118.4			16.10	48.09

Fuente: Elaboración propia

Paso 9: Calcular la demora de control de aproximación y de intersección.

La demora de control para todos los vehículos en una aproximación particular se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$d_A = \frac{d_r v_r + d_t v_t + d_l v_l}{v_r + v_t + v_l}$$

Donde:

d_A = demora de control en la aproximación (s / veh);

d_r, d_t, d_l = demora de control calculado para los movimientos de giro a la derecha, directos y a la izquierda, respectivamente (s / veh); y

v_r, v_t, v_l = volumen o tasa de flujo de tráfico de giro a la derecha, directo y de giro a la izquierda en la aproximación, respectivamente (veh / h).

Del mismo modo, la demora de control de intersección se puede calcular con

$$d_i = \frac{d_{A,1}v_{A,1} + d_{A,2}v_{A,2} + d_{A,3}v_{A,3} + d_{A,4}v_{A,4}}{v_{A,1} + v_{A,2} + v_{A,3} + v_{A,4}}$$

Donde:

$d_{A,x}$ = demora de control en la aproximación x (s/veh), y

$v_{A,x}$ = volumen o tasa de flujo en aproximación x (veh / h)

Es así que para la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta San Blas la Tabla 222 nos muestra la demora del acceso norte de la calle Carmen Bajo y del acceso sur de la calle Carmen Alto, que son el promedio ponderado de las demoras para cada movimiento hallados en la Tabla 221. Luego se determinó la demora para la intersección en la Tabla 223 con el ponderado de las demoras en los accesos Norte y Sur para ambos horarios de análisis.

Tabla 222. Demora de control para cada acceso de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Aproximación	Demora de control giro a la derecha d_r (s)		Demora de control movimiento directo d_t (s)		Demora de control giro a la izquierda d_l (s)		Demora del acceso d_A (s)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	Norte			4.15	31.87	14.61	44.39	12.78
Sur	16.10	48.09					16.10	48.09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 223. Demora de control para la intersección de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Demora del acceso $d_{A,1}$ (s)	Demora del acceso $d_{A,2}$ (s)	Demora del acceso $d_{A,3}$ (s)	Tasa de flujo del acceso $v_{A,1}$ (veh/h)	Tasa de flujo del acceso $v_{A,2}$ (veh/h)	Tasa de flujo del acceso $v_{A,3}$ (veh/h)	Demora de la intersección d_i (s)
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--	--	--	-------------------------------------

Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
12.8	41.7	16.1	48.1	-	-	175.2	181.5	32.8	30.5	-	-	13.3	42.6

Fuente: Elaboración propia

Paso 10: Determinar el nivel de servicio

El nivel de servicio (NDS) no se calcula para aproximaciones de calles principales o para la intersección en su totalidad, se determina para cada carril en una aproximación y a cada aproximación en la calle menor, siguiendo los criterios de la Tabla 224.

Tabla 224. Niveles de servicio vehicular para una intersección TWSC

Demora de control (s/veh)	NDS por relación volumen a capacidad	
	v/c ≤ 1.0	v/c > 1.0
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Fuente: (TRB, 2010)

Posteriormente se determina el NDS en la intersección de la calle Carmen Alto con Cuesta San Blas, utilizando las demoras calculas Tabla 221 para los movimientos vehiculares en cada acceso.

Tabla 225. Nivel de servicio en la intersección Carmen Alto con Cuesta San Blas

Movimiento (x)	Demora de control d (s)		NDS	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
5 Giro directo	4.15	31.87	A	D
4 Giro izquierdo	14.61	44.39	B	E
3 Giro derecho	16.10	48.09	C	E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 226. Nivel de servicio para los accesos de la intersección Carmen Alto con Cuesta San Blas

Aproximación	Demora del acceso dA(s)		NDS	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Norte	12.78	41.68	B	E
Sur	15.17	40.64	C	E

Fuente: Elaboración propia

3.6.5.2 Toma de datos

Intersección de las calles Chihuampata con Carmen Bajo

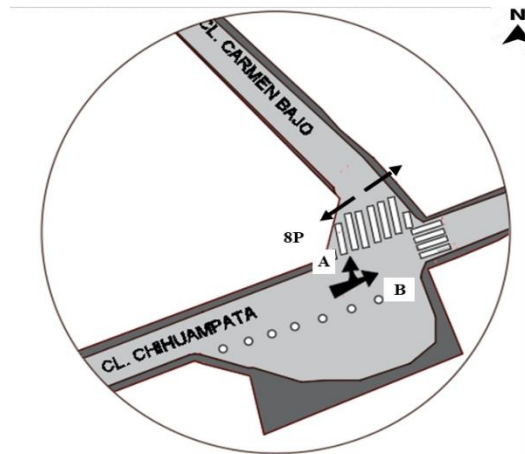


Figura 188. Sentidos de flujo en las mediciones geométricas de Chihuampata con Carmen Bajo
Fuente: Elaboración propia

Tabla 227. Resumen de flujos y mediciones geométricas de Chihuampata con Carmen Bajo

Sentido Movimiento	W-N		W-E	
	Directo		Giro izquierdo	
	A		B	
Horario	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Volumen (veh/h)	146.00	123.00	138.00	105.00
V15 (veh/15min)	39.00	33.00	54.00	32.00
Vehículo pesado (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
FHP	0.76	0.88	0.76	0.88
Tasa de flujo v (veh/h)	191.24	140.26	180.76	140.26
Pendiente (%)	12.16	12.16	12.16	12.16
Ancho de carril w (m)	2.56		2.56	
Ancho de carril w (ft)	8.399		8.399	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 228. Resumen de flujos peatonales de Chihuampata con Carmen Bajo

Sentido Horario	8P: Cl. Carmen Bajo	
	Mañana	Tarde
Volumen (P/h)	327	522
V15 (P/15min)	99	185
FHP	0.83	0.71
Tasa de flujo v (p/h)	396	740

Fuente: Elaboración propia

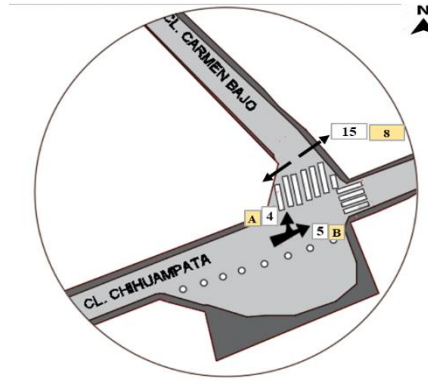


Figura 189. Numeración de los movimientos en Chihuampata con Carmen Bajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 229. Tasa de flujo y Rango de los movimientos en Chihuampata con Carmen Bajo

Sentido	Movimiento (x)	Rango	Tasa de flujo vx (veh/h)	
			Mañana	Tarde
A	5	1	191	140
B	4	2	181	140
8P	15	1	396	740

Fuente: Elaboración propia

Tabla 230. Tasa de flujo en conflicto de los movimientos en Chihuampata con Carmen Bajo

Movimiento (x)	Tasa de flujo en conflicto vc,x (veh/h)	Mañana	Tarde
5	-	-	-
4	v15	396	740

Fuente: Elaboración propia

Tabla 231. Cálculo del avance crítico de la intersección de la calle Chihuampata con Carmen Bajo

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, x (s)
	tc, base	tc, HV	PHV	tc, G		t3, LT	
5							
4	4.1	1	0.00%	0	12.16	0	4.10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 232. Cálculo del avance de seguimiento de Chihuampata con Carmen Bajo

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

Fuente: Elaboración propia

Tabla 233. Cálculo de las capacidades potenciales de Carmen Alto con Cuesta San Blas

Movimiento (x)	Tasa de flujo en conflicto $v_{c,x}$ (veh/h)		Avance crítico $t_{c,x}$ (s)		Avance de seguimiento $t_{f,x}$ (s)		Capacidades potenciales $c_{p,x}$ (veh/h)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	5							
4	396	740	4.10	4.10	2.20	2.20	1173.6	875.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 234. Factor de impedancia peatonal de los movimientos de Chihuampata con Carmen Bajo

Movimiento (x)	Tasa de flujo v_x (veh/h)		Ancho de carril w (ft)	Velocidad de caminata peatonal S_p (pie/s)	Factor de bloqueo peatonal (fpb, x)		Factor de impedancia peatonal (pp, x)	
	Mañana	Tarde			Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	15	396	740	8.399	3.5	0.264	0.493	0.736

Fuente: Elaboración propia

Tabla 235. Factor de impedancia para los movimientos vehiculares de Chihuampata con Carmen Bajo

Movimiento (x)	Movimientos a los que cede	ppi	
		Mañana	Tarde
4	pp,15	0.736	0.507

Fuente: Elaboración propia

Tabla 236. Capacidad de movimiento de los movimientos vehiculares de Chihuampata con Carmen Bajo

Movimiento (x)	Rango	Capacidad de movimiento $c_{m,x}$ (veh/h)		
		$c_{m,x}$ (veh/h)	Mañana	Tarde
5	1	-	No impedidos por ningún movimiento	No impedidos por ningún movimiento
4	2	(cp,4)(pp,15)	863.8	443.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 237. Cálculo de la probabilidad de no cola en la calle compartida de Chihuampata con Carmen Bajo

Efecto del carril compartido de la calle principal	Movimiento (x) 4		
	Horario	Mañana	Tarde
Probabilidad del giro a la izquierda sin colas	po,j	0.79	0.68
Tasa de flujo de movimiento directo	vi1(veh/h)	191	140
Tasa de flujo de giro a la derecha	vi2(veh/h)	0	0
Tasa de flujo de saturación para el movimiento directo	si1(veh/h)	1800.00	1800.00
Tasa de flujo de saturación para el movimiento giro a la derecha	si2(veh/h)	0	0

Grado de saturación para giros a la derecha y directo	$x_{i,1+2}$	0.11	0.08
Probabilidad de que no haya cola en la calle compartida	$p^*_{o,j}$	0.77	0.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 238. Demora de control para los movimientos vehiculares de Chihuampata con Carmen Bajo

Movimiento (x)	Tasa de flujo vx (veh/h)		Capacidad de movimiento cm, x (veh/h)		Probabilidad de no cola $p^*_{o,j}$		Demora de control d (s)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	5	191	140			0.77	0.66	2.40
4	181	140	863.8	443.8			10.27	16.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 239. Demora de control para el acceso de Chihuampata con Carmen Bajo

Aproximación	Demora de control giro a la derecha dr (s)		Demora de control movimiento directo dt (s)		Demora de control giro a la izquierda dl (s)		Demora del acceso dA(s)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	Oeste			2.40	5.76	10.27	16.82	6.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 240. Nivel de servicio en la intersección de Chihuampata con Carmen Bajo

Movimiento (x)	Demora de control d (s)				NDS	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
5 Giro directo	2.40	5.76	A	A		
4 Giro izquierdo	10.27	16.82	B	C		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 241. Nivel de servicio en el acceso de la intersección Chihuampata con Carmen Bajo

Aproximación	Demora acceso dA(s)				NDS	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Oeste	6.22	11.29	A	B		

Fuente: Elaboración propia

Intersección de las calles Carmen Alto con 7 Angelitos

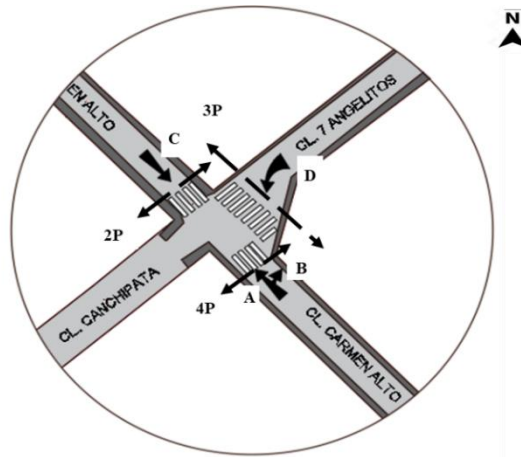


Figura 190. Sentidos de flujo en las mediciones geométricas de Carmen Alto con 7 Angelitos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 242. Resumen de flujos y mediciones geométricas de Carmen Alto con 7 Angelitos

Sentido	S-N		S-E		N-S		E-S	
	Directo		Giro izquierdo		Giro derecho		Giro derecho	
	A		B		C		D	
Horario	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Volumen (veh/h)	9.00	7.00	21.00	26.00	11.00	13.00	22.00	32.00
V15 (veh/15min)	1.00	0.00	8.00	16.00	1.00	8.00	8.00	18.00
Vehículo pesado (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FHP	0.88	0.46	0.88	0.46	0.88	0.46	0.88	0.46
Tasa de flujo v (veh/h)	10.29	15.08	24.00	56.00	12.57	28.00	25.14	68.92
Pendiente (%)	3.80	3.80	3.80	3.80	2.86	2.86	4.75	4.75
Ancho de carril w (m)	2.74		2.74		2.74		3.02	
Ancho de carril w (ft)	8.99		8.99		8.99		9.908	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 243. Resumen de flujos peatonales de Chihuampata con Carmen Bajo

Sentido	2P: Cl. Carmen Alto		3P: Cl. Canchipata		4P: Cl. Carmen Alto	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Volumen (P/h)	25	58	87	370	94	264
V15 (P/15min)	100	232	38	118	42	91
FHP	0.78	0.82	0.57	0.78	0.56	0.73
Tasa de flujo v (p/h)	100	232	152	472	168	364

Fuente: Elaboración propia

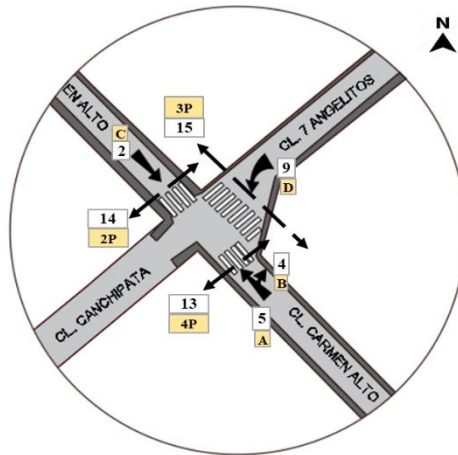


Figura 191. Numeración de los movimientos en Carmen Bajo con 7 Angelitos
Fuente: Elaboración propia

Tabla 244. Tasa de flujo y Rango de los movimientos en Carmen Alto con 7 Angelitos

Sentido	Movimiento (x)	Rango	Tasa de flujo vx (veh/h)	
			Mañana	Tarde
A	5	1	10	15
B	4	2	24	56
C	2	1	13	28
D	9	2	25	69
2P	14	1	100	232
3P	15	1	152	472
4P	13	1	168	364

Fuente: Elaboración propia

Tabla 245. Tasa de flujo en conflicto de los movimientos en Carmen Alto con 7 Angelitos

Movimiento (x)	Tasa de flujo en conflicto vc,x (veh/h)	Mañana	Tarde
5	-	-	-
4	$v_4 = v_2 + v_9 + v_{13} + v_{14} + v_{15}$	458	1165
2	-	-	-
9	$v_9 = v_2 + v_5 + v_4 + v_{13} + v_{14} + v_{15}$	467	1167

Fuente: Elaboración propia

Tabla 246. Cálculo del avance crítico de Carmen Alto con 7 Angelitos

Movimiento (x)	Avance crítico base tc, base	Ajuste de vehículos pesados tc, HV	Proporción de vehículos pesados PHV	Ajuste para la pendiente tc, G	Pendiente G (%)	Ajuste para la geometría t3, LT	Avance crítico tc, x (s)
5							
4	4.1	1	0.00%	0	3.80	0	4.10
2							
9	4.1	1	0.00%	0.2	-4.75	0	3.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 247. Cálculo del avance de seguimiento de Carmen Alto con 7 Angelitos

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	0.9	0.00%	2.20
2				
9	2.2	0.9	0.00%	2.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 248. Cálculo de las capacidades potenciales de Carmen Alto con 7 Angelitos

Movimiento (x)	Tasa de flujo en conflicto vc,x (veh/h)		Avance crítico tc,x (s)		Avance de seguimiento tf,x (s)		Capacidades potenciales cp,x (veh/h)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	5							
4	458	1165	4.10	4.10	2.20	2.20	1113.8	606.9
2	-	-						
9	467	1167	3.15	3.64	2.20	2.20	1250.1	824.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 249. Factor de impedancia peatonal de los movimientos de Carmen Alto con 7 Angelitos

Movimiento (x)	Tasa de flujo vx (veh/h)		Ancho de carril	Velocidad de caminata peatonal	Factor de bloqueo peatonal (fpb,x)		Factor de impedancia peatonal (pp,x)	
	Mañana	Tarde	w (ft)	Sp(pie/s)	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	14	100	232	8.99	3.5	0.071	0.166	0.929
15	152	472	9.908	3.5	0.120	0.371	0.880	0.629
13	168	364	8.99	3.5	0.120	0.260	0.880	0.740

Fuente: Elaboración propia

Tabla 250. Factor de impedancia para los movimientos vehiculares de Carmen Alto con 7 Angelitos

Movimiento (x)	Movimientos a los que cede	ppi	
		Mañana	Tarde
4	pp,15	0.720	0.388
9	(pp,13)(pp15)	0.720	0.388

Fuente: Elaboración propia

Tabla 251. Capacidad de movimiento de los movimientos vehiculares de Carmen Alto con 7 Angelitos

Movimiento (x)	Rango	Capacidad de movimiento cm,x (veh/h)		
		cm,x (veh/h)	Mañana	Tarde
5	1	-	No impedidos	No impedidos
4	2	(cp,4)(pp,15)	801.5	235.8
2	1	-	No impedidos	No impedidos
9	2	(cp,9)(pp,13)(pp15)	899.6	320.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 252. Cálculo de la probabilidad de no cola en la calle compartida de Carmen Alto con 7 Angelitos

Efecto del carril compartido de la calle principal	Movimiento (x) 4		
	Horario	Mañana	Tarde
Probabilidad del giro a la izquierda sin colas	po,j	0.97	0.76
Tasa de flujo de movimiento directo	vi1(veh/h)	10	56
Tasa de flujo de giro a la derecha	vi2(veh/h)	0	0
Tasa de flujo de saturación para el movimiento directo	si1(veh/h)	1800.00	1800.00
Tasa de flujo de saturación para el movimiento giro a la derecha	si2(veh/h)	0	0
Grado de saturación para giros a la derecha y directo	xi,1+2	0.01	0.03
Probabilidad de que no haya cola en la calle compartida	p*o,j	0.97	0.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 253. Demora de control para los movimientos vehiculares de Carmen Alto con 7 Angelitos

Movimiento (x)	Tasa de flujo vx (veh/h)		Capacidad de movimiento cm, x (veh/h)		Probabilidad de no cola p*o,j		Demora de control d (s)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	5	10	15			0.97	0.75	0.44
4	24	56	801.5	235.8			14.63	24.96
2								
9	25	69	899.6	320.2			14.12	19.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 254. Demora de control para cada acceso de Carmen Alto con 7 Angelitos

Aproximación	Demora de control giro a la derecha dr (s)		Demora de control movimiento directo dt (s)		Demora de control giro a la izquierda dl (s)		Demora del acceso dA(s)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
	Norte			0.44	6.12	14.63	24.96	10.37
Este	14.39	22.55					14.12	19.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 255. Demora de control de Carmen Alto con 7 Angelitos

Demora del acceso dA,1 (s)		Demora del acceso dA,2 (s)		Tasa de flujo del acceso vA,1 (veh/h)		Tasa de flujo del acceso vA,2 (veh/h)		Demora de la intersección di(s)	
Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
10.37	20.96	14.12	19.30	-	-	34	71	25	69

Fuente: Elaboración propia

Tabla 256. Nivel de servicio en la intersección de la calle Carmen Alto con 7 Angelitos

Movimiento (x)	Demora de control d (s)		NDS	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
5 Giro directo	0.44	6.12	A	A
4 Giro izquierdo	14.12	19.30	B	C
9 Giro derecho	14.63	24.96	B	C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 257. Nivel de servicio en los accesos de la intersección Carmen Alto con 7 Angelitos

Aproximación	Demora acceso dA(s)		NDS	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Norte	10.37	20.96	B	C
Este	14.12	19.30	B	C

Fuente: Elaboración propia

3.6.6 Cálculo de la Capacidad y Nivel de Servicio vehicular para una intersección semaforizada

Paso 1: Datos de entrada

Los datos de entrada para el análisis de la intersección semaforizada incluyen las características del tráfico, las características geométricas y los datos de la señal de control. Dentro la investigación se identificó una intersección semaforizada ubicada en la calle Choquechaca con Cuesta San Blas, cuyos datos de entrada parten de la Tabla 258 obtenida de los aforos vehiculares y mediciones de características geométricas en la intersección en estudio y de la Tabla 259 para los aforos peatonales.

Tabla 258. Resumen de datos de entrada de aforos vehiculares y mediciones de elementos geométricos de la intersección semaforizada

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
Volumen (veh/h)	12.00	6.00	139.00	168.00	68.00	68.00	103.00	66.00
V15 (veh/15min)	2.00	3.00	36.00	46.00	23.00	24.00	27.00	24.00
Vehículo pesado (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FHP	0.91	0.79	0.91	0.79	0.91	0.79	0.91	0.79
Tasa de flujo v (veh/h)	13.12	7.56	151.95	211.64	74.34	85.66	112.60	83.14
Pendiente (%)	18.87	18.87	18.87	18.87	1.43	1.43	10.45	10.45
Ancho de carril w (m)	2.59		2.59		3.56		1.92	
Ancho de carril w (ft)	8.50		8.50		11.68		6.30	

Tabla 259. Resumen de los datos de entrada de los aforos peatonales para Choquechaca-Cuesta San Blas

Sentido	5P: Cl. Cuesta San Blas	
	Mañana	Tarde
Volumen (P/h)	506	920
V15 (P/15min)	167	262
FHP	0.76	0.88
Tasa de flujo v (p/h)	668	1048

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Determinar grupos de movimiento y grupos de carril

Se identifica los grupos de movimiento y grupos de carril en la intersección en estudio, como se puede observar en la Figura 192 el acceso de la calle Cuesta San Blas posee un carril compartido de giro a la derecha e izquierda, dos carriles en el acceso de la calle Choquechaca para el movimiento C, como también dos carriles para el movimiento D.

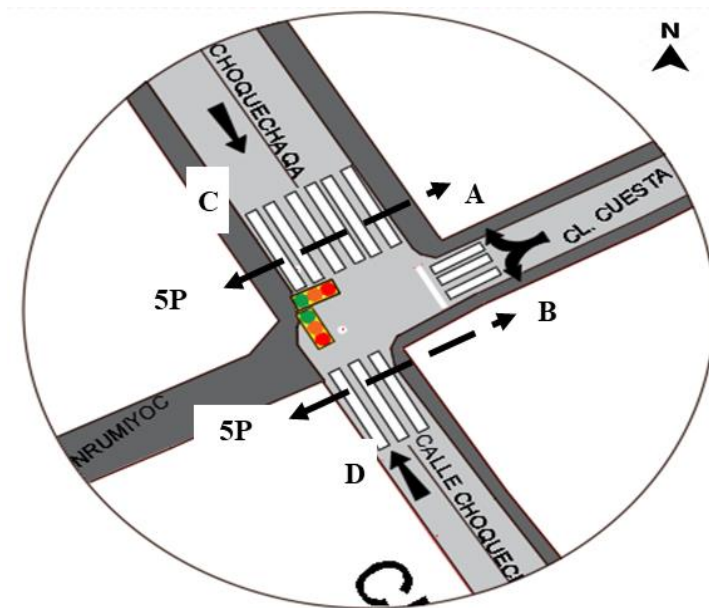
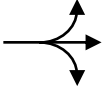
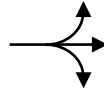
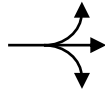



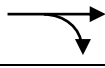

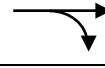
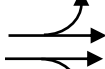
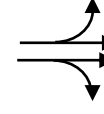
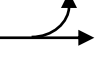
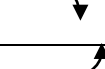
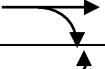
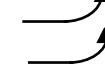
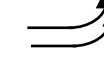



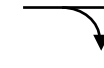
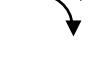



Figura 192. Movimientos en los accesos de Choquechaca con Cuesta San Blas

Fuente: Elaboración propia

Luego se define el grupo de movimiento y el grupo de carril de acuerdo a la Tabla 260

Tabla 260. grupos de movimientos y grupos de carriles comunes

Nº de carriles	Movimiento por carriles	Grupo de movimiento (MG)	Grupo de carril (LG)
1	Izquierda, directo y derecha: 	MG 1: 	LG 1: 
2	Exclusivo a la izquierda: 	MG 1: 	LG 1: 
	Directo y derecha: 	MG 2: 	LG 2: 
3	Izquierda y directo: 	MG 1: 	LG 1: 
	Directo y derecha: 		LG 2: 
4	Exclusivo a la izquierda: 	MG 1: 	LG 1: 
	Exclusivo a la izquierda: 		
	Directo: 	MG 2: 	LG 3: 
	Directo y derecha: 		

Fuente: (TBR, 2010)

Para el caso de la intersección en estudio tiene una correspondencia de uno a uno en el acceso de la calle Cuesta San Blas donde el carril es único y compartido, de la misma forma para los accesos de la calle Choquechaca donde el carril sirve a un solo movimiento en cada dirección.

Tabla 261. Grupo de movimiento y grupo de carril para Choquechaca con Cuesta San Blas

ACCESO	ESTE		NORTE		SUR	
Sentido de flujo vehicular	E		N		S	
Movimientos	R	L	T	T	T	T
Número de carriles						
Carril compartido	si		no		no	
grupo de movimiento	R+L					
grupo de carriles	R+L		T		T	

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Determine la tasa de flujo del grupo de carriles

La tasa de flujo del grupo de carril para la intersección se obtuvo de la Tabla 258, de donde se tiene que el acceso “este” tiene un solo carril para los movimientos de giro a la izquierda y derecha, con tasas de flujo determinadas de 13.12 y 151.95 veh/h respectivamente,

la tasa de flujo resultante para el carril del acceso “este” será la suma de ambas tasas de flujo como se muestra en la Tabla 262 . Así mismo los accesos norte y sur tienen un solo movimiento en la intersección, por lo que la tasa de flujo en el carril será la misma.

Tabla 262. *Tasas de flujo para grupos de carril de Choquechaca- Cuesta San Blas*

ACCESO	ESTE	NORTE	SUR
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
grupo de movimiento	R+L		
grupo de carriles	- R+L	- - T	- - T -
Tasa de flujo v (veh/h)	13.12	151.95	- 74.34 - - 112.60 -
Tasa de flujo grupo de carril Vs (veh/h)	- 165.07	- - 74	- - 113 -

Fuente: *Elaboración propia*

Paso 4: Determine la tasa de flujo de saturación ajustada

Se determina la tasa de flujo de saturación ajustada de flujo por carril, calculando primero los factores indicados por la metodología, para reflejar las condiciones específicas de la intersección. Es así que en la intersección semaforizada en estudio primero se calcularon los factores de ajuste de acuerdo a las características de esta, a continuación, se presenta el cálculo de cada una de ellas.

- **Factor de ajuste de ancho de carril**

Para el cálculo de este ajuste se utilizó la Tabla 258 de la recolección de medición características geométricas, donde el ancho de carril para la intersección se convierte a pies y se compara con los parámetros de la Tabla 263.

Tabla 263. *Factor de ajuste de ancho de carril*

Factor de ajuste	Formula	Parámetros
ancho de carril	$fw = 1 + \frac{(w - 36)}{9}$	w= Ancho de carril(m) <10.00ft, fw = 0.96 >10-12.9ft, fw = 1 >12.9ft, fw = 1.04

Fuente: (TBR, 2010)

- **Factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico**

Para la metodología del HCM 2010 los vehículos pesados corresponden solo a vehículos de 3 o más ejes, y marcan variación en sus capacidades de funcionamiento, en la intersección en estudio no circulan vehículos de estas características, por su diseño geométrico de calles, es así que el factor para este ajuste se considera 1 para todos los accesos.

- **Factor de ajuste por inclinación de acceso**

Este factor se calcula para esta intersección debido a la variación que genera la pendiente de un determinado acceso en el rendimiento de los vehículos, en la Tabla 258 para las características geométricas las pendiente en el acceso de la Cuesta San Blas y Choquechaca son de 5.64% y 2.16% respectivamente, debido a que estas son menores a los parámetros de la para la pendiente, se considera este factor de ajuste con el valor de 1 para todos los accesos.

Tabla 264. *Factor de ajuste de inclinación de acceso*

Factor de ajuste	Formula	Parámetros
pendiente	$fg = 1 + \frac{\%G}{200}$ $\%G = \text{pendiente en el Acceso} - \text{grupo de carriles}$	$-6 \leq \%G \leq +10$ Negativo para cuesta abajo

Fuente: (TBR, 2010)

- **Factor de ajuste por la existencia estacionamientos**

Este factor no se aplica en esta intersección, debido porque no cuenta con la presencia de estacionamientos por las secciones angostas de las calles en consecuencia, se considera como 1 para todos los accesos.

- **Factor de ajuste por bloqueo de buses en paraderos**

El factor de bloqueo explica el impacto de los autobuses en el tránsito local, en la intersección en estudio existe un paradero de buses en la calle Choquechaca, pero este no influye en flujo del tráfico, donde se tiene dos carriles para el movimiento en dirección sur y estos no se ven imposibilitados por la parada de buses presente, por lo que el factor se considera como 1.

- **Ajuste por tipo de área**

Este explica la ineficiencia de las intersecciones en los Central Business District (CBD), para la intersección en estudio se considera este factor con el valor de 0.90 como se indica en la Tabla 265 para el tipo de área en centro de negocio. Debido a que San Blas está dentro de un área urbana comercial en el centro histórico de la ciudad Cusco.

Tabla 265. *Factor de ajuste de por tipo de área*

Factor de ajuste	Formula	
tipo de área	$fa = 0.900 \text{ en CBD}$ $fa = 1.000 \text{ en otras areas}$	CBD = centro de negocios

Fuente: (TBR, 2010)

- **Ajuste para la utilización del carril**

Este ajuste se utiliza para estimar la tasa de flujo de saturación para un grupo de carril con más de un carril exclusivo como indica la Tabla 266. Dentro de la intersección en estudio existe carriles compartido, por lo que para este ajuste se asigna el valor de 1 en todos los accesos.

Tabla 266. Factor para la utilización de carril

Factor de ajuste	Formula	Parámetros
Utilización de carril	$fLU = \frac{vg}{v_{g1}N}$	Grupo de carriles con carril compartido o exclusivo es 1.0 N = número de carriles en el grupo

Fuente: (TBR, 2010)

- **Ajuste para giros a la izquierda**

En la intersección para el acceso “este” de la calle Cuesta San Blas existe un carril compartido de giro a la izquierda y giro a la derecha con un solo carril, por esto se calcula este factor para reflejar la influencia de este en la tasa de saturación. Primero se determina la proporción de vueltas a la izquierda y se halla el factor en la Tabla 267 y Tabla 268 para lo horario de la mañana y la tarde, utilizando la ecuación para carril compartido:

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05 * P_{LT}}$$

Donde:

P_{LT} = Proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Tabla 267. Ajuste para giro a la izquierda en Choquechaca con Cuesta San Blas-Mañana

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Proporción de vuelta izquierda PLT	- 0.92	- - 1.00	- - 1.00
factor de ajuste por vueltas para izquierda: FL	0.96	- 1	- - 1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 268. Ajuste para giro a la izquierda en Choquechaca con Cuesta San Blas-Tarde

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Proporción de vuelta izquierda PLT	- 0.97	- 1.00	- 1.00
factor de ajuste por vueltas para izquierda: FL	0.95	- 1	- 1

• **Ajuste para giros a la derecha**

De la misma forma que el giro a la izquierda se calcula el factor para el giro a la derecha en el acceso “este” de la calle Cuesta San Blas, primero se determinan la proporción de giros a la derecha en el carril y luego se halla el factor en la Tabla 269 y en la Tabla 270, para la mañana y tarde, utilizando la fórmula para carril compartido:

$$f_{RT} = 1.0 - (0.15) P_{RT}$$

P_{RT} = proporción de giros derechos en el grupo de carriles

Tabla 269. Ajuste de giro a la derecha para Choquechaca con Cuesta San Blas-Mañana

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Proporción de vuelta derecha PRT	0.08	1	1
factor de ajuste por vueltas para derecha: FR	0.99	- 1	- 1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 270. Ajuste de giro a la derecha para Choquechaca con Cuesta San Blas-Tarde

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Proporción de vuelta derecha PRT	0.03	1	1
factor de ajuste por vueltas para derecha: FR	0.99	- 1	- 1

Fuente: Elaboración propia

• **Ajuste para peatones y bicicletas.**

Este ajuste muestra el efecto que puedan tener los peatones y bicicletas que tengan conflicto con los giros en una intersección semaforizada. Para la intersección de la Choquechaca con Cuesta San Blas se toma en cuenta el conflicto de los giros con los peatones, porque se evidencia un flujo peatonal significativo que impide el flujo continuo de vehículos en la intersección. Para calcular el factor de ajuste de peatones primero se determina la tasa de flujo peatonal durante el servicio con la siguiente ecuación:

$$vpedg = vped \frac{c}{gped} \leq 5000$$



v_{pedg} = tasa de flujo peatonal durante el tiempo de servicio peatonal (p / h),

v_{ped} = tasa de flujo peatonal en el cruce del sujeto (caminando en ambas direcciones) (p / h),

c = longitud (es) del ciclo

g_{ped} = tiempo (s) de servicio peatonal.

Luego se determina la ocupación promedio de los peatones, para la intersección en estudio se muestra en la Tabla 259 que las tasas de flujo de peatonal durante el servicio exceden los 1,000(p/h), entonces la ocupación de los peatones se calcula con la siguiente ecuación.

$$OCC_{pedg} = 0.4 + \frac{v_{pedg}}{10000} \leq 0.90$$

Posteriormente se halla la ocupación relevante de la zona de conflicto para los movimientos de giro a la derecha e izquierda sin interferencia de la bicicleta desde una calle de sentido único con la siguiente ecuación:

$$OCC_r = \frac{g_{ped}}{g} OCC_{pedg}$$

Luego se determina el tiempo desocupado, primero se debe de identificar el número de carril de giro y de recepción, porque de este dependerá la maniobra del giro y el efecto de los peatones en el flujo de saturación, para la maniobra a la izquierda de acceso “este” de la intersección que tiene un carril de recepción y de giro se utiliza la ecuación:

$$A_{pbT} = 1 - OCC_r$$

Donde:

A_{pbT} = es el tiempo desocupado.

OCC_r = es la ocupación relevante de la zona de conflicto.

Mientras que el tiempo desocupado para la maniobra a la derecha del acceso “este” con dos carriles de recepción y uno de giro, se calculara con la ecuación:

$$A_{pbT} = 1 - 0.6 OCC_r$$

El factor de ajuste para el bloqueo de peatones del acceso “este” para el giro a la izquierda y derecha en el carril compartido, se muestra en la Tabla 271 y en la Tabla 272 y se calcula con las siguiente ecuaciones:

$$f_{Rpb} = A_{pbT}$$

$$f_{Lpb} = A_{pbT}$$

Donde:

f_{Rpb} = Factor de ajuste peatonal para grupos de giro a la derecha

f_{Lpb} = Factor de ajuste peatonal para grupos de giro a la izquierda

Tabla 271. *Cálculo de ajustes peatonal en Choquechaca con Cuesta San Blas-Mañana*

ACCESOS	ESTE
Sentido de flujo vehicular	E
Grupo de carriles	R+L
Tasa de flujo peatonal durante el tiempo de servicio v_{pedg} (p/h)	1336
Ocupación peatonal OCCpedg (p/h)	0.534
Ocupación relevante de la zona de conflicto OCCr	0.53
Tiempo desocupado ApbT	0.68
Factor ajuste giro izquierda de peatones y ciclistas: FLPB	0.68
Tasa de flujo peatonal durante el tiempo de servicio v_{pedg} (p/h)	1336
Ocupación peatonal OCCpedg (p/h)	0.534
Ocupación relevante de la zona de conflicto OCCr	0.53
Tiempo desocupado ApbT	0.47
Factor ajuste giro derecha de peatones y ciclistas: FRPB	0.47

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 272. *Cálculo de ajustes peatonal en Choquechaca con Cuesta San Blas-Tarde*

ACCESOS	ESTE
Sentido de flujo vehicular	E
Grupo de carriles	R+L
Tasa de flujo peatonal durante el tiempo de servicio v_{pedg} (p/h)	2096
Ocupación peatonal OCCpedg (p/h)	0.610
Ocupación relevante de la zona de conflicto OCCr	0.61
Tiempo desocupado ApbT	0.63
Factor ajuste giro izquierda de peatones y ciclistas: FLPB	0.63
Tasa de flujo peatonal durante el tiempo de servicio v_{pedg} (p/h)	2096
Ocupación peatonal OCCpedg (p/h)	0.610
Ocupación relevante de la zona de conflicto OCCr	0.61
Tiempo desocupado ApbT	0.46
Factor ajuste giro derecha de peatones y ciclistas: FRPB	0.46

Fuente: *Elaboración propia*

Obtenidos los factores de ajuste se halla la tasa de saturación ajustada en la Tabla 273 y en la Tabla 274, asumiendo como tasa de flujo de saturación base, la esperada para un carril de comportamiento y movimiento directo que tiene características que corresponden a un factor de ajuste de 1, la cual de acuerdo al HCM 2010, viene a ser de 1900 veh/h. Dicha tasa de saturación ajustada se calcula con la ecuación:

$$S_i = S_o * N_i * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$



Dónde:

s_i = tasa de flujo de saturación ajustada (veh / h / ln).

s_o = tasa de flujo de saturación de la base (pc / h / ln).

N_i = número de carriles del grupo de carriles.

f_w = factor de ajuste para el ancho del carril.

f_{HV} = factor de ajuste para vehículos pesados en flujo de tráfico.

f_g = factor de ajuste para la pendiente de la aproximación

f_p = factor de ajuste para la existencia de un carril de estacionamiento y una actividad de estacionamiento adyacente al grupo de carril.

f_{bb} = factor de ajuste para el efecto de bloqueo de los autobuses locales que se detienen dentro del área de intersección.

f_a = factor de ajuste para el tipo de área.

f_{LU} = factor de ajuste para la utilización del carril.

f_{LT} = factor de ajuste para la presencia del vehículo a la izquierda en un grupo de carriles.

f_{RT} = factor de ajuste para la presencia del vehículo a la derecha en un grupo de carriles.

f_{Lpb} = factor de ajuste peatonal para grupos de giro a la izquierda.

f_{Rpb} = factor de ajuste peatón-bicicleta para grupos de giro a la derecha.

Tabla 273. Cálculo de la tasa de flujo de saturación ajustada para Choquechaca con Cuesta San Blas-Mañana

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
Grupo de carriles	R+L	- T	T
número de carriles: N	1	- 1	- - 1 -
flujo de Saturación Base So (vl/hverde/carril)	1900	- 1900	- - 1900 -
factor de ajuste por ancho de carril: fw	0.96	- 1	- - 0.96 -
Grupo de carriles	R+L	- T	T
factor de ajuste por vhpesados: fHV	1	- 1	- - 1 -
factor ajuste por pendiente de acceso: fg	0.91	- 1	- - 0.95 -
factor de ajuste por estacionamiento: fp	1	- 1	- - 1 -
factor de ajuste por bloqueo de buses: fbb	1	- 1	- - 1 -
factor de ajuste por tipo de area: fa	0.9	- 0.9	- - 0.9 -
factor de ajuste por utilización de carril: Flu	1	- 1	- - 1 -
factor de ajuste por vueltas para izquierda: FL	0.96	- 1	- - 1 -
factor de ajuste por vueltas para derecha: FR	0.99	- 1	- - 1 -
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
factor ajuste giro izquierda de peatones y ciclistas: FLPB	0.68	- 1	- - 1 -
factor ajuste giro derecha de peatones y ciclistas: FRPB	0.47	- 1	- - 1 -
flujo saturación ajustado: si(veh/h verd)	445	- 1710	- - 1556 -

Fuente: Elaboración propia

Tabla 274. Cálculo de la tasa de flujo de saturación ajustada para Choquechaca con Cuesta San Blas-Tarde

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
Grupo de carriles	R+L	- T	T
número de carriles: N	1	- 1	- - 1 -
flujo de Saturación Base So (vl/hverde/carril)	1900	- 1900	- - 1900 -
factor de ajuste por ancho de carril: fw	0.96	- 1	- - 0.96 -
Grupo de carriles	R+L	- T	T
factor de ajuste por vhpesados: fHV	1	- 1	- - 1 -
factor ajuste por pendiente de acceso: fg	0.91	- 1	- - 0.95 -
factor de ajuste por estacionamiento: fp	1	- 1	- - 1 -
factor de ajuste por bloqueo de buses: fbb	1	- 1	- - 1 -
factor de ajuste por tipo de área: fa	0.9	- 0.9	- - 0.9 -
factor de ajuste por utilización de carril: Flu	1.00	- 1	- - 1 -
factor de ajuste por vueltas para izquierda: FL	0.95	- 1	- - 1 -
factor de ajuste por vueltas para derecha: FR	0.99	- 1	- - 1 -
factor ajuste giro izquierda de peatones y ciclistas: FLPB	0.63	- 1	- - 1 -
factor ajuste giro derecha de peatones y ciclistas: FRPB	0.46	- 1	- - 1 -
flujo saturación ajustado: si(veh/h verd)	373	- 1533	- - 1395 -

Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Determine la proporción que llega durante el control verde

En la intersección de Choquechaca con Cuesta San Blas la demora en los accesos dependerá del efecto de la señal, donde la proporción de los vehículos que llegan durante la señal de verde determinara la eficiencia de la intersección en función del tamaño de la cola que se produce en el acceso. Para calcular este valor se utiliza la siguiente ecuación para una intersección pre fijada:

$$P_i = R_{pi} \left(\frac{g_i}{C} \right)$$

Donde:

P_i = proporción de los vehículos que llegan durante el verde, en el grupo de carriles i

R_p = relación de llegada de pelotones acuerdo a la calidad de progresión de la Tabla 275 en el grupo de carriles i

g = Tiempo verde efectivo (s)

C = longitud del ciclo del semáforo (s)

Tabla 275. Relación de pelotón para la calidad de progresión entre intersecciones

Tipo	Relación De Pelotón	Calidad de progresión
1	0.33	Grupos densos que llegan al inicio del rojo
2	0.67	Grupos moderados que llegan a la mitad del rojo
3	1	Llegadas aleatorias
4	1.33	Grupos moderados que llegan a la mitad del verde
5	1.67	Grupos densos que llegan al inicio del verde
6	2	Grupos densos que fluyen a través de varias intersecciones cortamente espaciadas

Fuente: (TBR, 2010)

Debido a que las llegadas a la intersección son aleatorias y no están influenciada por otra intersección el tipo de llegada será 3 y tendrá una relación de pelotón de 1. Para el cálculo se muestra en la Figura 193 que la intersección tiene un semáforo fijo de dos fases, con un clico semaforico de 70 s, con los cuales se obtiene relación de verde de 0.50 para el acceso este y norte y de 0.36 para el acceso sur, como se observa en la Tabla 276.

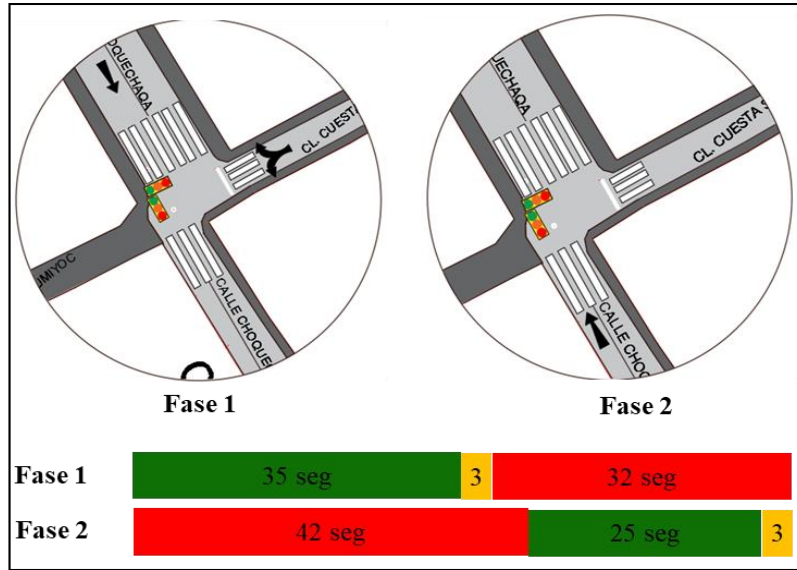


Figura 193. Diagrama del ciclo semafórico de Choquechaca-Cuesta San Blas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 276. Relación de verde para los grupos de carril en Choquechaca-Cuesta San Blas

FASE N°	ACCESO	TIEMPO (SEGUNDOS)			C	Relación de verde (gi/c)
		VERDE	AMARILLO	ROJO		
φ1	ESTE (E)	35	3	32	70	0.50
φ1	NORTE(N)	35		32	70	0.50
φ2	SUR(S)	25	3	42	70	0.36

Fuente: Elaboración propia

Paso 6: Determinación de la capacidad y la relación volumen-capacidad

La capacidad de un grupo de carril dado que sirve para un movimiento de tráfico en la intersección en estudio, se determinan con la siguiente ecuación:

$$c_i = N_i \times s_i \frac{g_i}{C}$$

Donde:

c_i = capacidad del grupo de carriles i (veh/h)

N_i = número de carriles, del grupo de carriles i

s_i = tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles i (veh/h)

g_i = tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles i (S)

C = longitud del ciclo del semáforo (s)

$\frac{g_i}{C}$ = Proporción de verde efectivo para el grupo de carriles i

La relación de volumen a capacidad para un grupo de carril se define como la relación del volumen de grupo de carril y su capacidad. Se calcula utilizando la ecuación:

$$X_i = \frac{v_i}{c_i}$$

Dónde

X_i = relación de volumen a capacidad o grado de saturación,

v_i = tasa de flujo de la demanda (veh / h), y

c_i = capacidad (veh / h).

A continuación, se determina la capacidad en los accesos de la intersección semaforizada en estudio en la Tabla 277 y en la Tabla 278, para los horarios de análisis.

Tabla 277. Cálculo de la capacidad del grupo de carril en Choquechaca con Cuesta San Blas-Mañana

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Numero de fase: $\phi 1$	$\phi 1$	- $\phi 1$ - -	$\phi 2$ -
Tipo de fase: P= prefijo, A= accionada	P	- P - -	P -
Tasa de flujo del grupo de carril: v_i (veh/h)	165.07	- 74.34 - -	112.60 -
flujo de saturación ajustado s_i (veh/h verd)	445	- 1710 - -	1556 -
tiempo verde efectivo: g_i (s)	35	- 35 - -	25 -
relación de verde: g_i/C	0.50	- 0.50 - -	0.36 -
Capacidad del grupo de carriles: c_i (veh/h)	221	- 763 - -	523 -
Relación volumen capacidad: $X_i = v_i/c_i$	0.75	- 0.10 - -	0.22 -

Fuente: Elaboración propia

Tabla 278. Cálculo de la capacidad del grupo de carril en Choquechaca con Cuesta San Blas-Tarde

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Numero de fase: $\phi 1$	$\phi 1$	- $\phi 1$ - -	$\phi 2$ -
Tipo de fase: P= prefijo, A= accionada	P	- P - -	P -
Tasa de flujo del grupo de carril: v_i (veh/h)	219.19	- 85.66 - -	83.14 -
flujo de saturación ajustado s_i (veh/h verd)	373	- 1533 - -	1395 -
tiempo verde efectivo: g_i (s)	35	- 35 - -	25 -
relación de verde: g_i/C	0.50	- 0.50 - -	0.36 -
Capacidad del grupo de carriles: c_i (veh/h)	206	- 766 - -	526 -
Relación volumen capacidad: $X_i = v_i/c_i$	1.06	- 0.11 - -	0.16 -

Fuente: Elaboración propia

Paso 7: Determinar demoras

La demora calculada para la intersección representa la demora de control promedio experimentado por todos los vehículos que llegan durante el período de análisis de 15 minutos.



Incluye cualquier demora en la que incurran estos vehículos que aún están en la cola después de que finalice el período de análisis. La demora de control para un grupo de carril dado se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

Donde:

d = demora por control por vehículo (s/veh)

d_1 = demora uniforme (s/veh)

d_2 = demora incremental (s/veh)

d_3 = demora de cola inicial (s/veh)

a) Demora uniforme

La ecuación representa una forma de calcular la demora cuando se supone que las llegadas son aleatorias a lo largo del ciclo, tal que no exista saturación durante ningún ciclo y se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_1 = \frac{0.5C(1 - \frac{g_i}{C})^2}{1 - [\min(1, X_i) * \frac{g}{C}]}$$

Donde:

C = longitud del ciclo (S); longitud de ciclo empleada en semáforos con controladores de tiempo fijo

g = tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles (s); tiempo de verde empleado en semáforos con controles de tiempo fijo

X_i = relación v/c o grado de saturación para el grupo de carriles

b) Demora incremental

La demora incremental explica la demora debido la llegada aleatoria de vehículos en que puedan ocasionar que algunos ciclos se sobresaturen. También explica la demora causada por la demanda que excede la capacidad durante el período de análisis.

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8 k l x}{c T}} \right]$$

Donde:

T = duración del periodo de análisis (0.25h)

k = factor de demora incremental que es dependiente del ajuste de los controladores. $k=0.50$ para intersecciones prefijadas.

l = factor de ajuste por ingresos a la intersección aguas arriba. $l = 1.00$ para intersecciones aisladas.

c = capacidad del grupo de carriles (veh/h)

X = relación v/c para el grupo de carriles o grado de saturación.

c) Demora por cola inicial

Cuando una cola existe antes del periodo de análisis T , los vehículos experimentan una demora adicional, debido a que la cola inicial deberá desalojar la intersección, esta demora se calcula con la fórmula siguiente:

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1 + u)t}{cT}$$

Donde:

Q_b = cola inicial al inicio del periodo T (veh)

c = capacidad (veh/h)

T = duración del periodo de análisis (h)

t = duración de la demanda insatisfecha (h)

u = parámetro de demora; Si se observa que no existe cola inicial, $Q_b = 0$ segundos

Con los cálculos obtenidos en los pasos anteriores y las fórmulas citada se determina las demoras en los accesos de la intersección en estudio en la Tabla 279 y en la Tabla 280, para los horarios de análisis.

Tabla 279. Cálculo de la demora de control en Choquechaca con Cuesta San Blas-Mañana

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
Grupo de carriles	R+L	T	T
Tasa de flujo ajustado del grupo: v_i (veh/h)	165.07	74.34	113
relación de verde: g_i/c	0.50	0.50	0.36
Capacidad de grupo de carriles: C_i (veh/h)	223	855	556
Relación volumen a capacidad: $x_i = v_i/c_i$	0.74	0.09	0.20
demora uniforme: d_1 (s/veh)	13.90	9.15	15.59
demora incremental: d_2 (s/veh)	19.81	0.20	1.41
demora por cola inicial: d_3 (s/veh)	0	0	0
demora media por control del grupo d	33.71	9.35	17.00

Tabla 280. Cálculo de la demora de control en Choquechaca con Cuesta San Blas-Tarde

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Tasa de flujo ajustado del grupo: v_i (veh/h)	219.19	- 85.66	- 83
relación de verde: g_i/c	0.50	- 0.50	- 0.36
Capacidad de grupo de carriles: C_i (veh/h)	187	- 766	- 498
Relación volumen a capacidad: $x_i = v_i/c_i$	1.17	- 0.11	- 0.17
demora uniforme: d_1 (s/veh)	21.19	- 9.27	- 15.38
demora incremental: d_2 (s/veh)	120.65	- 0.30	- 1.24
demora por cola inicial: d_3 (s/veh)	0	- 0	- 0
demora media por control del grupo d	100.50	- 9.56	- 16.62

Fuente: Elaboración propia

d) Demoras agregadas

La demora en cualquier aproximación, se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de todos los grupos de carriles de la aproximación, obtenidos en la Tabla 282 y en la, utilizando los flujos ajustados de los grupos de carriles, según indica la fórmula:

$$d_A = \frac{\sum_{i=1}^A (d_i v_i)}{\sum_{i=1}^A v_i}$$

Donde:

A = número de grupos de carriles en la aproximación A ,

d_A =demora en la aproximación A (s/veh)

d_i = demora en el grupo de carriles i , en la aproximación A (s/veh)

v_i =volumen ajustado del grupo de carriles i (s/veh)

Para la demora de la intersección se determina como promedio ponderado de las demoras de todas las aproximaciones de la intersección, cuyo cálculo se muestra en la Tabla 282 y en la Tabla 283, aplicando la fórmula:

$$d_I = \frac{\sum_{A=1}^I (d_A v_A)}{\sum_{A=1}^I v_A}$$

Donde:

I = número de aproximaciones de la intersección

d_I = demora en la intersección I (s/veh)

d_A = demora en la aproximación A (s/veh)

v_A = volumen ajustado de la aproximación A (veh/h)

Paso 8: Determinación del nivel de servicio (NDS)

Posteriormente, con las demoras obtenidas para determinar el NDS para cada grupo de carril, cada aproximación y la intersección en su conjunto, se consulta la Tabla 17. La comparación de los criterios para la intersección se muestra en la Tabla 282 y en la Tabla 283, para los horarios de la mañana y de la tarde respectivamente, obteniéndose niveles de servicio más desfavorables para el horario de la tarde.

Tabla 281. *Criterios de nivel de servicio vehicular para una intersección semaforizada*

Demora de control (s/veh)	NDS por relación volumen a capacidad	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
≤ 10	A	F
$> 10-20$	B	F
$> 20-35$	C	F
$> 35-55$	D	F
$> 55-80$	E	F
> 80	F	F

Fuente: (TRB, 2010)

Tabla 282. Cálculo del nivel de servicio en Choquechaca con Cuesta San Blas-Mañana

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Nivel de servicio del grupo de carriles	C	- A - - B -	
demora de acceso: Da	33.71	9.35	17.00
Nivel de servicio por acceso	C	A	B
Demora en toda la intersección: dl		23.22	
Nivel de servicio global de la intersección		C	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 283. Cálculo del nivel de servicio en Choquechaca con Cuesta San Blas-Tarde

ACCESOS	ESTE	NORTE	SUR
Sentido de flujo vehicular	E	N	S
Grupo de carriles	R+L	- T	T
Nivel de servicio del grupo de carriles	F	- A - - B -	
demora de acceso: Da	100.50	9.56	16.62
Nivel de servicio por acceso	F	A	B
Demora en toda la intersección: dl		62.45	
Nivel de servicio global de la intersección		F	

Fuente: Elaboración propia

3.6.7 Encuestas origen destino

3.6.7.1 Matriz semilla

Primero, se realizó la matriz semilla de las encuestas recolectadas directamente de los datos que arrojan las encuestas, esta no da una estructura de flujos de origen y destino siguiendo una clasificación que para el caso de la investigación es por zonas identificadas en San Blas y los distintos distritos del Cusco. La matriz semilla para el análisis del día jueves se observa en la Tabla 285, así también la matriz que corresponde al día sábado en la Tabla 286.

3.6.7.2 Expansión de la matriz

Una vez obtenida la matriz semilla es necesaria expandirla, para una estimación de todos los viajes de un día y luego se multiplica la matriz semilla por un factor de expansión con la siguiente expresión:

$$FE = \frac{N}{n}$$

Donde:

FE = factor de expansión;

N = Tamaño del universo;



n = Número total de elementos de la muestra. (Republica de Colombia , 1999)

Para el estudio realizado N vendría a ser el total de viajes en el día de realizada la encuesta, en la Figura 120 se observa la determinación de los factores de expansión con los cuales se realizó la expansión de las matrices, multiplicando los factores hallados a la matriz semilla de cada día, el resultado se observa en la Tabla 2852 y en la Tabla 2863. En estas se visualiza la estructura de los orígenes y destino dentro del barrio de San Blas y fuera de este, lo que permitirá su posterior caracterización.

Tabla 284. *Factor de expansión para los días de análisis*

Dia	Jueves	Sábado
Numero de encuestas n (personas)	381	384
Población N (Viajes)	7641	8193
FE	20.06	21.34

Fuente: Elaboración propia

Tabla 285. Matriz semilla para el día Jueves

O/D	SAN BLAS									CUSCO						Total Origenes		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9	Centro Historico	Wanchaq	San Sebastian	Cusco sin CH	San Jeronimo	Santiago		Otros	
Zona 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Zona 2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	11	15	3	5	2	1	2	2	42
Zona 3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	14	0	2	0	0	1	1	1	20
Zona 4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13	2	1	10	0	0	0	0	27
Zona 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	1	3	0	0	0	0	20
Zona 6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	3	0	2	0	0	0	1	14
Zona 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	3	1	4	1	1	0	0	32
Zona 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	1	6	0	0	1	1	23
Zona 9	1	4	0	1	0	5	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	15
Centro Historico	2	17	10	15	10	7	18	7	0	0	0	0	3	1	1	0	0	91
Wanchaq	2	6	0	2	6	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
San Sebastian	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Cusco sin CH	1	7	2	4	5	7	9	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	39
San Jeronimo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Santiago	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
Otros	0	5	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Total Destinos	6	42	12	24	24	23	35	21	4	100	29	10	36	6	4	5	5	381

Fuente: Elaboración propia

Tabla 286. Matriz semilla para el día Sábado

O/D	SAN BLAS										CUSCO						Total Origenes
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9	Centro Histórico	Wanchaq	San Sebastian	Cusco sin CH	San Jeronimo	Santiago	Otros	
Zona 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	7
Zona 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	1	0	1	1
Zona 3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	6	5	1	11	4	0	1	30
Zona 4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	1	2	0	0	0	8
Zona 5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22	4	2	6	4	0	1	40
Zona 6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	13	2	0	6	0	0	0	23
Zona 7	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	4	0	1	1	0	0	13
Zona 8	0	0	0	2	0	2	0	4	2	16	5	0	13	0	0	0	44
Zona 9	0	1	0	0	1	0	1	0	5	9	6	1	6	0	2	0	32
Zona 10	0	2	1	3	0	3	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	17
Centro Histórico	4	9	8	16	9	0	17	12	2	0	0	0	3	0	0	0	80
Wanchaq	0	8	2	2	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19
San Sebastian	1	2	0	3	3	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	18
Cusco sin CH	2	7	2	6	3	3	13	8	0	4	0	0	0	0	1	0	49
San Jeronimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santiago	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Otros	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total Destinos	7	30	13	35	17	12	40	35	16	79	30	5	49	10	3	3	384

Fuente: Elaboración propia

Tabla 287. Matriz expandida ara el día jueves

O/D	SAN BLAS									CUSCO						Total Origenes		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9	Centro Histórico	Wanchaq	San Sebastian	Cusco sin CH	San Jeronimo	Santiago		Otros	
Zona 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221
Zona 2	0	20	0	40	0	0	0	0	0	0	301	60	100	40	20	40	0	842
Zona 3	0	20	0	0	0	0	0	0	20	281	0	40	0	0	20	20	0	401
Zona 4	0	0	0	0	0	0	0	20	0	261	40	20	201	0	0	0	0	541
Zona 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321	0	20	60	0	0	0	0	401
Zona 6	0	0	0	0	0	0	0	0	40	120	60	0	40	0	0	20	0	281
Zona 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	441	60	20	80	20	20	0	0	642
Zona 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	100	20	120	0	0	0	20	461
Zona 9	20	80	0	20	0	100	0	20	0	40	0	0	20	0	0	0	0	301
Centro Histórico	40	341	201	301	201	140	361	140	0	0	0	0	60	20	20	0	0	1825
Wanchaq	40	120	0	40	120	20	40	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	481
San Sebastian	0	0	0	0	60	40	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140
Cusco sin CH	20	140	40	80	100	140	180	60	0	20	0	0	0	0	0	0	0	782
San Jeronimo	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Santiago	0	0	0	0	0	20	40	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	100
Otros	0	100	0	0	0	0	80	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201
Total Destinos	120	842	241	481	481	461	702	421	80	2006	582	201	722	120	80	100	0	7641

Fuente: Elaboración propia

Tabla 288. Matriz expandida para el día sábado

O/D	SAN BLAS																CUSCO								Total Origenes
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9	Centro Histórico	Wanchaq	San Sebastian	Cusco sin CH	San Jeronimo	Santiago	Otros									
Zona 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16									
Zona 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	21	0	21	21	0	21	149								
Zona 3	0	0	0	21	0	0	0	0	21	128	107	21	235	85	0	21	640								
Zona 4	0	0	0	0	0	0	21	0	0	21	64	21	43	0	0	0	171								
Zona 5	0	0	0	0	0	0	0	0	21	469	85	43	128	85	0	21	853								
Zona 6	0	0	0	0	0	0	0	21	21	277	43	0	128	0	0	0	491								
Zona 7	0	0	0	0	0	0	0	0	85	64	85	0	21	21	0	0	277								
Zona 8	0	0	0	43	0	43	0	85	43	341	107	0	277	0	0	0	939								
Zona 9	0	21	0	0	21	0	21	0	107	192	128	21	128	0	43	0	683								
Zona 9	0	43	21	64	0	64	21	107	0	43	0	0	0	0	0	0	363								
Centro Histórico	85	192	171	341	192	0	363	256	43	0	0	0	64	0	0	0	1707								
Wanchaq	0	171	43	43	21	43	64	21	0	0	0	0	0	0	0	0	405								
San Sebastian	21	43	0	64	64	43	64	85	0	0	0	0	0	0	0	0	384								
Cusco sin CH	43	149	43	128	64	64	277	171	0	85	0	0	0	0	21	0	1045								
San Jeronimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Santiago	0	21	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64								
Otros	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21								
Total Destinos	149	640	277	747	363	256	853	747	341	1686	640	107	1045	213	64	64	8193								

Fuente: Elaboración propia

3.6.7.3 Distribución de viajes en San Blas

Esta fue distribuida considerando los viajes que genera el área en investigación sean de producción (origen) o atracción (destino), es decir que tenga como origen o destino San Blas, obteniendo la distribución de la Tabla 289.

Tabla 289. *Distribución de los viajes origen destino para jueves y sábado*

Movilidad		Viajes expandidos			
		Jueves		Sábado	
Movilidad San Blas Cusco	Destino San Blas (atraen)	3409	45%	3456	42%
	Origen San Blas (producen)	3670	48%	3648	45%
Viajes internos		421	6%	917	11%
Viajes de paso		140	2%	171	2%
Viajes totales		7641		8193	

Fuente: Elaboración propia

De la distribución de los viajes de la Tabla 289 tenemos que los viajes en estudio con origen San Blas son 3670 para el día jueves, los cuales fueron analizado en el mapa de la Figura 194, así como los 421 viajes internos hallados. De igual forma se tiene 3648 viajes con origen San Blas y 917 viajes internos para el día sábado, los cuales se visualizan en el mapa de la Figura 195, es estos mapas de gráficos nos permiten observar las proporciones de los destinos para cada zona.

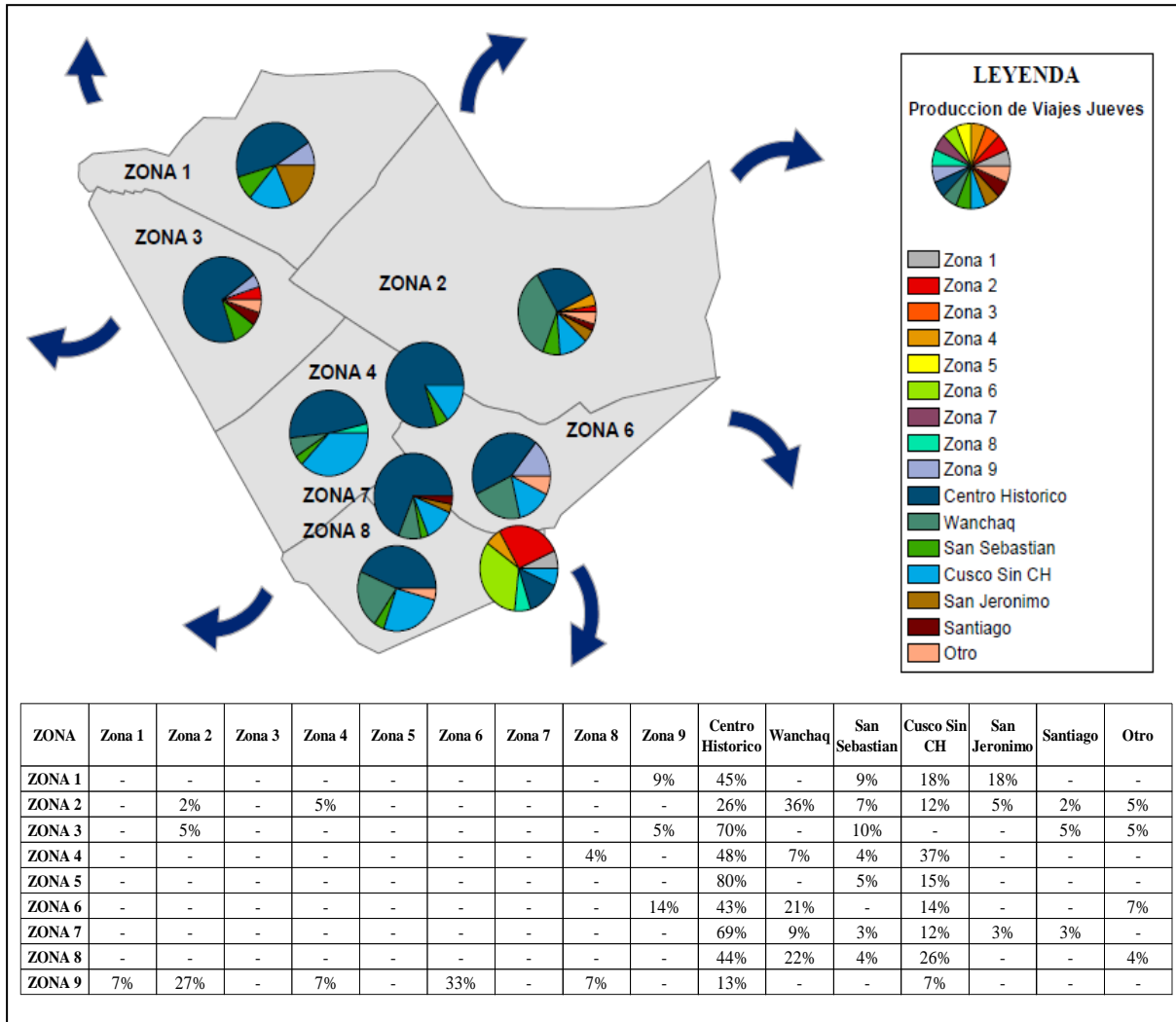


Figura 194. Destinos de la producción de viajes San Blas para el día jueves

Fuente: Elaboración propia

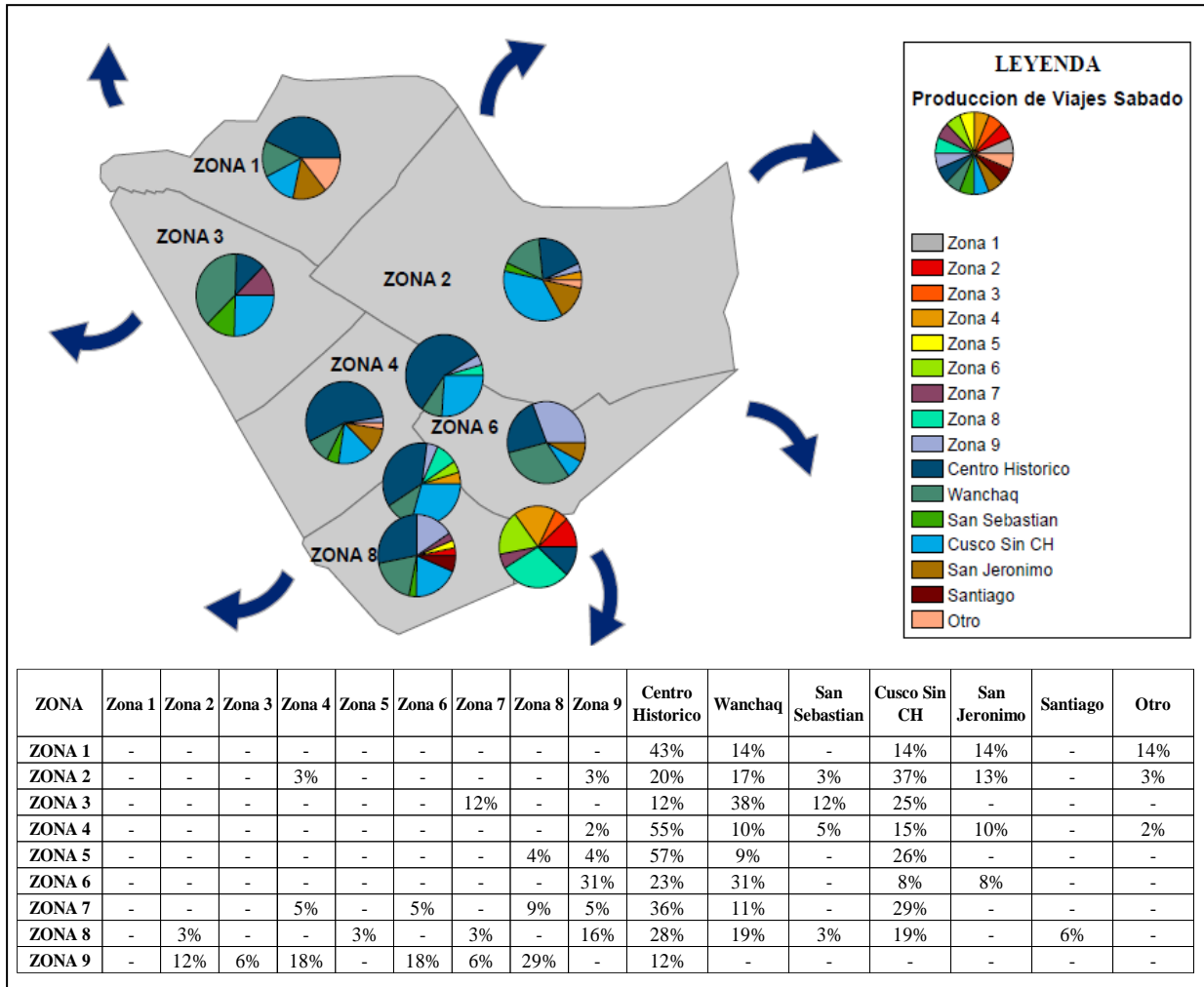


Figura 195. Destinos de la producción de viajes San Blas para el día sábado

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se refiere a los viajes con destino San Blas de la Tabla 289, los 3409 viajes con destino San Blas y los 421 viajes internos para el día jueves fueron analizado en el mapa de la Figura 194. De igual manera los 3456 viajes destino San Blas y 917 viajes internos para el día sábado en la Figura 197. En los mapas de gráficos se observa la proporción de los orígenes para cada zona de estudio en San Blas.

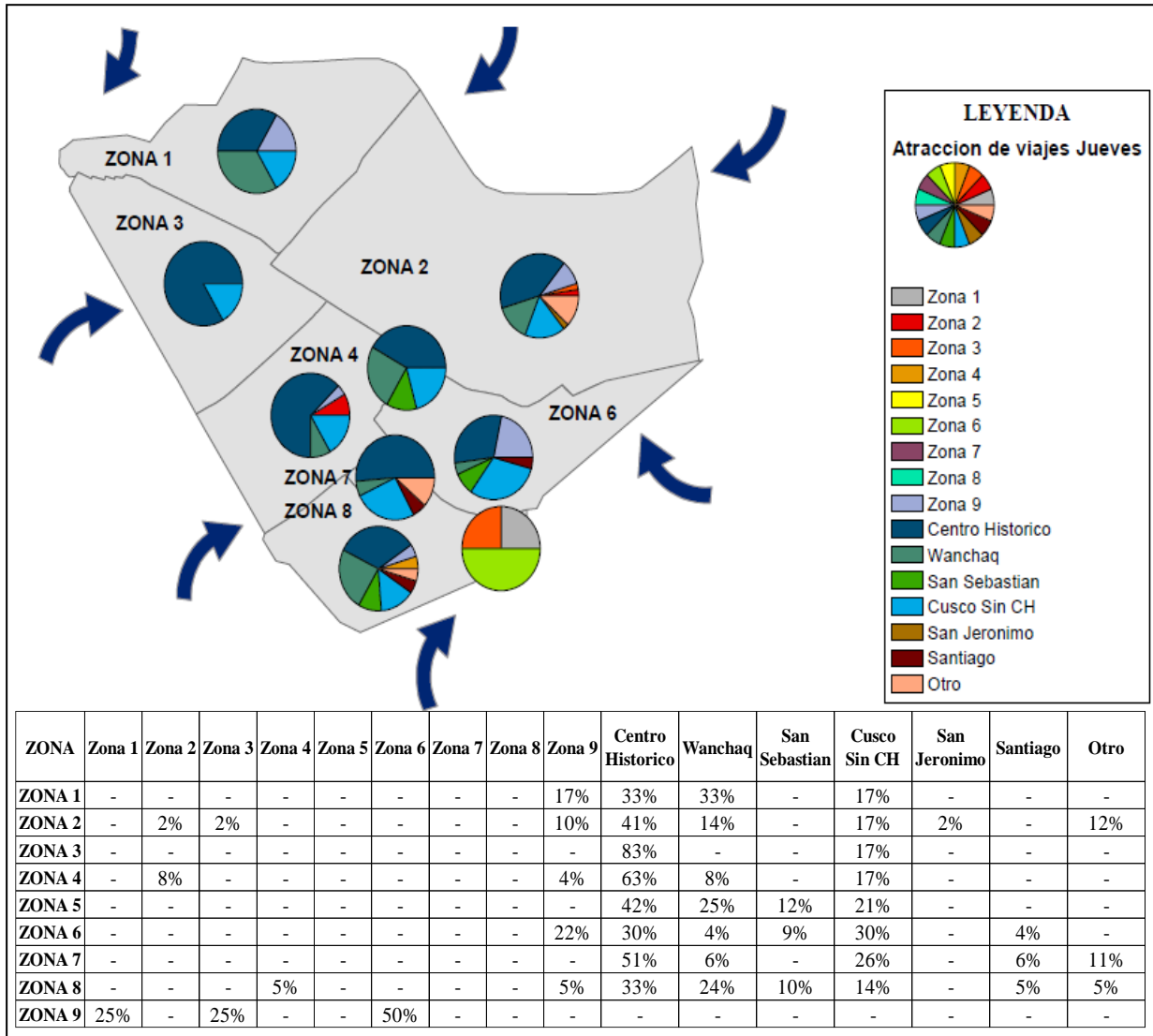


Figura 196. Origen de las atracciones de viajes a San Blas para el día jueves

Fuente: Elaboración propia

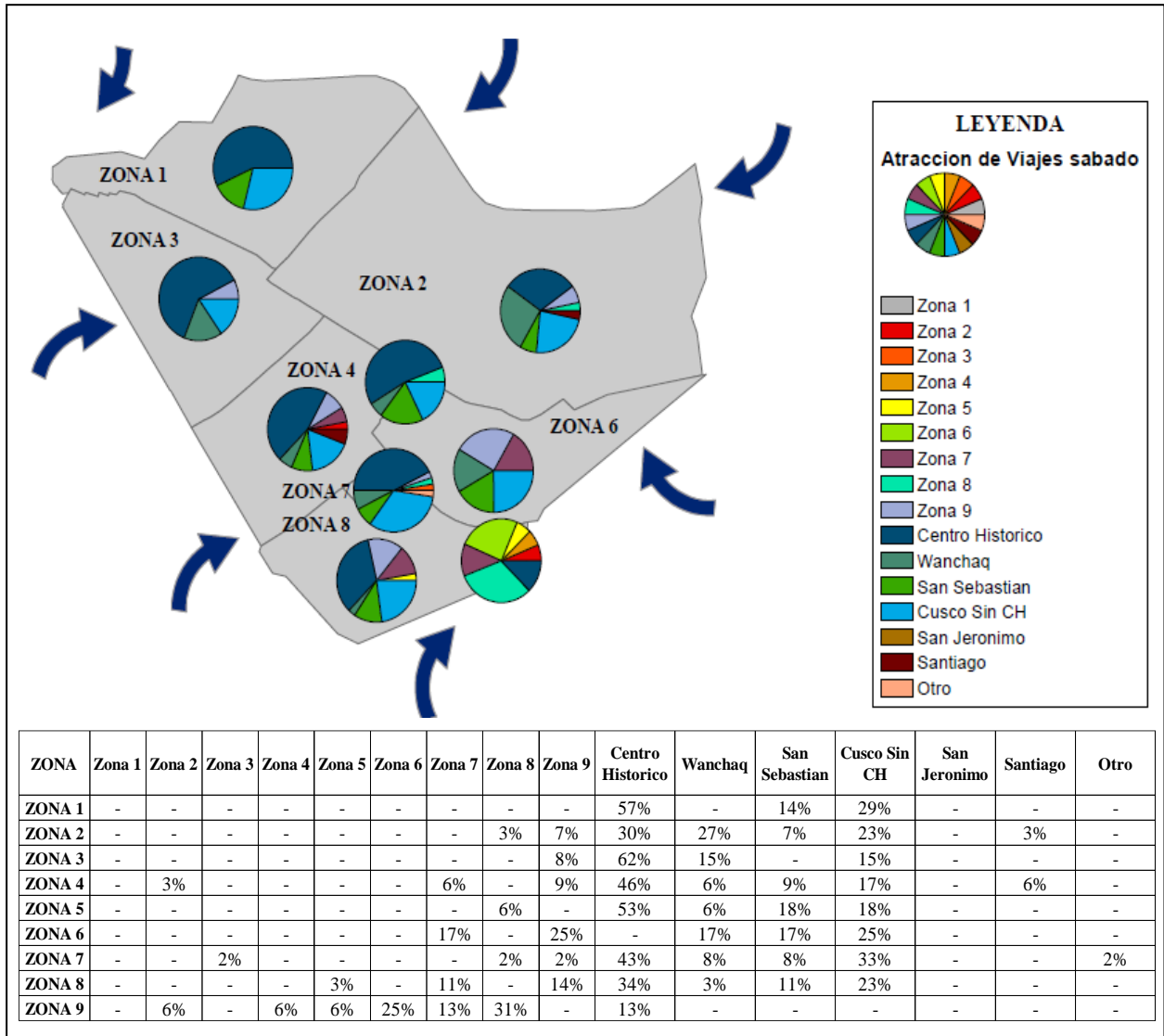


Figura 197. Origen de las atracciones de viajes a San Blas para el día sábado

Fuente: Elaboración propia

3.6.7.4 Motivo de los viajes peatonales

Para tener una visión más específica de los motivos que generan los viajes en el área de investigación se realizó a partir de los resultados de las encuestas, matrices origen destino para cada uno de los motivos en estudio, luego con la información se realizaron mapas para identificar el motivo de la producción y atracción de viajes para las zonas de estudio. En la *Figura 198* y en la *Figura 199* se visualiza las proporciones de los motivos para la producción de viajes de los días jueves y sábado, estos mapas nos permitirán entender cuáles son los motivos principales por los que se desplazan de la zonas en estudio.

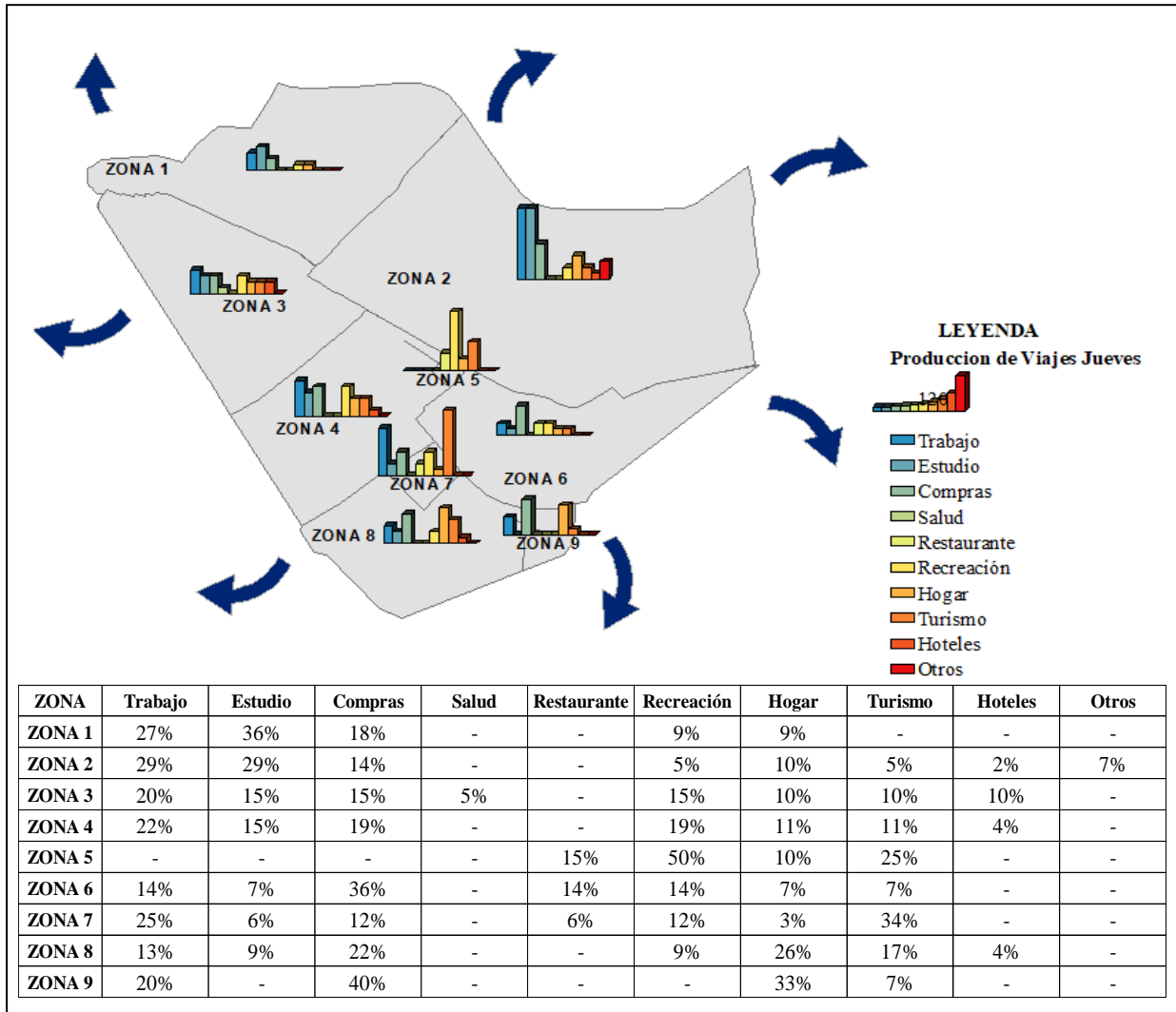


Figura 198. Motivos de la producción de viajes en San Blas jueves

Fuente: Elaboración propia

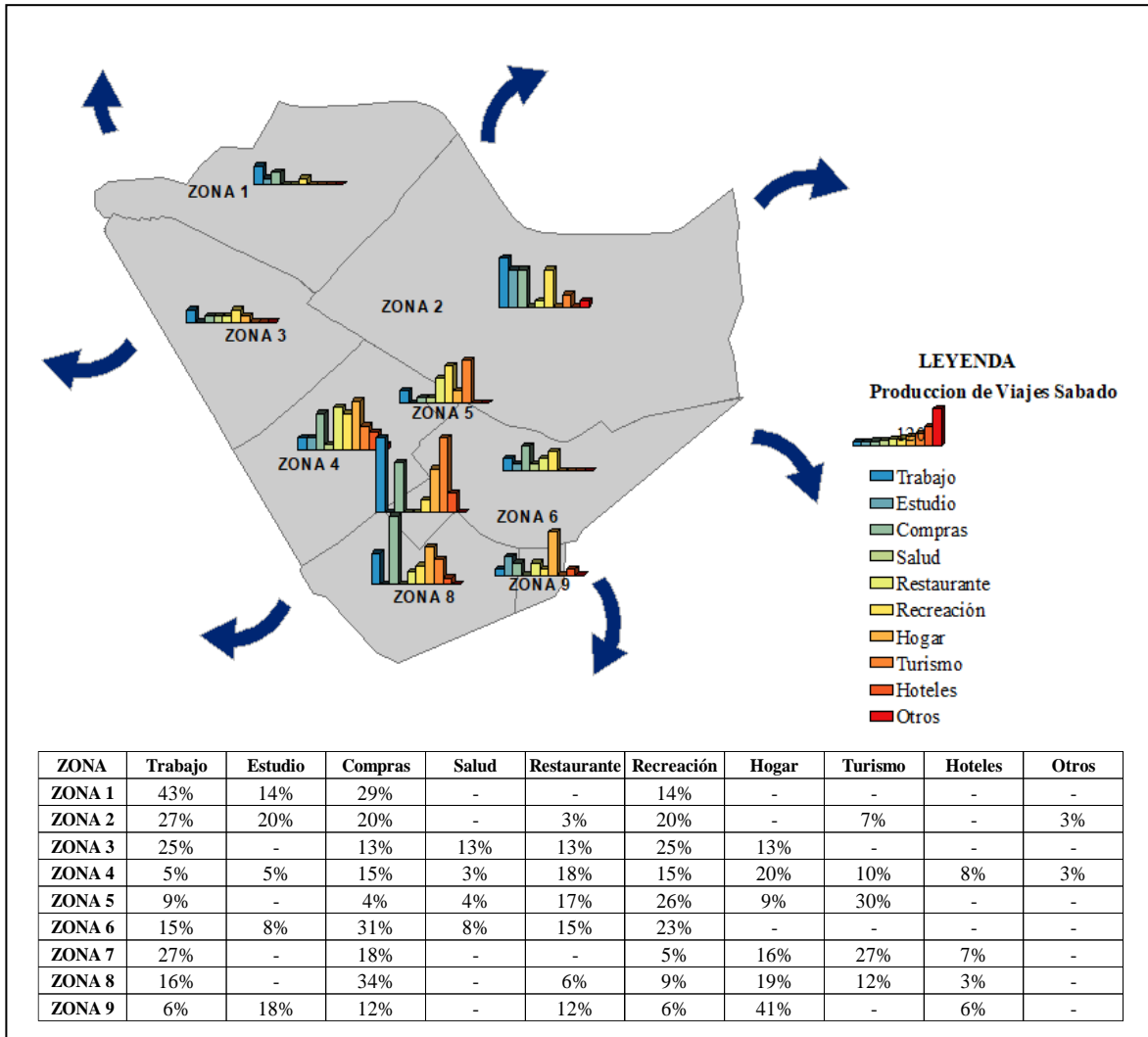


Figura 199. Motivos de la producción de viajes en San Blas sábado

Fuente: Elaboración propia

Así también se realizó mapas de gráficos de los motivos para los viajes que tienen como destino San Blas, estos se presentan en la Figura 200 y en la Figura 201, para los días jueves y sábado respectivamente. Nos permitirán entender los principales motivos por lo que las personas se desplazan hacia San Blas.

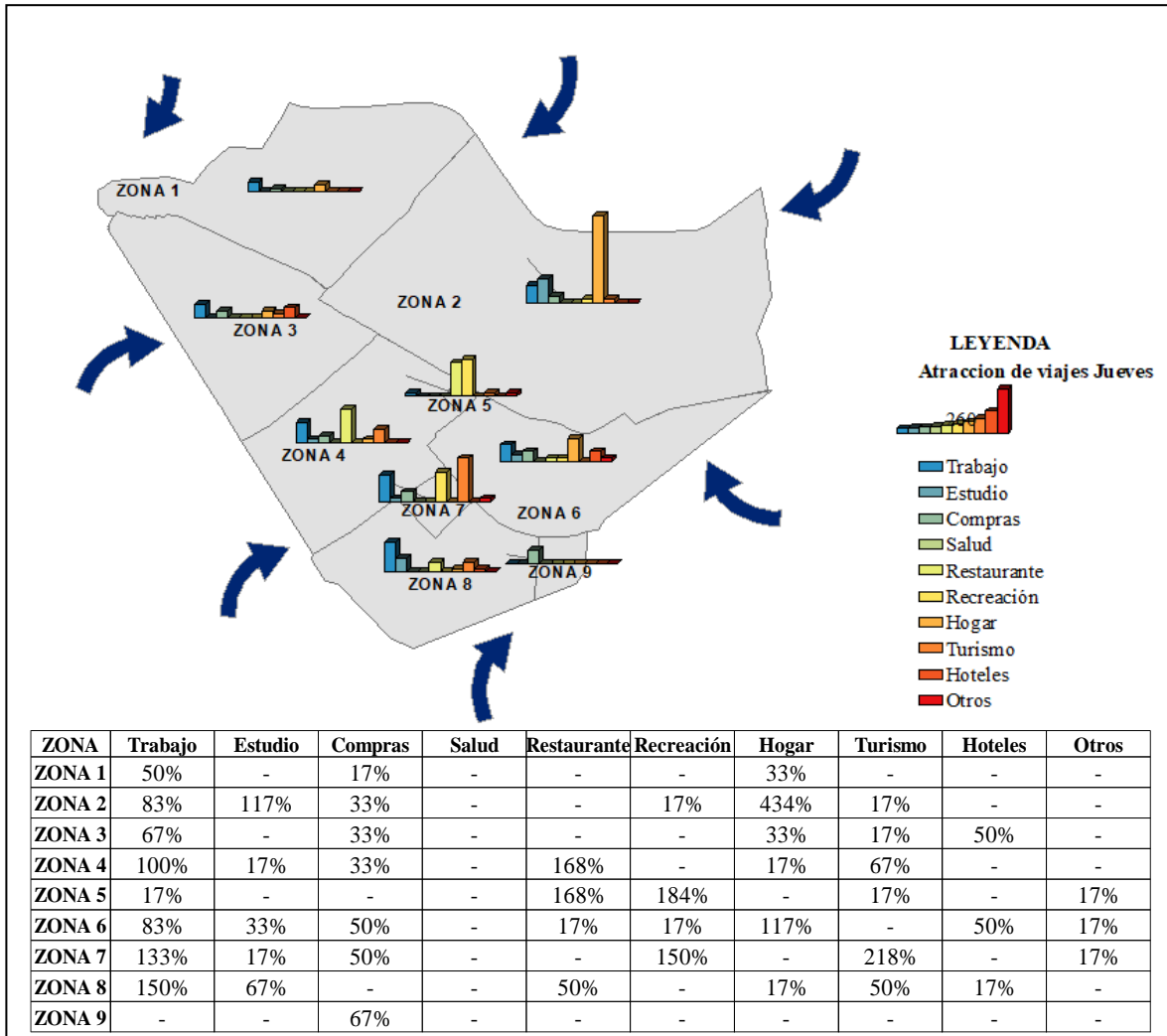


Figura 200. Motivos de la atracción de viajes en San Blas jueves

Fuente: Elaboración propia

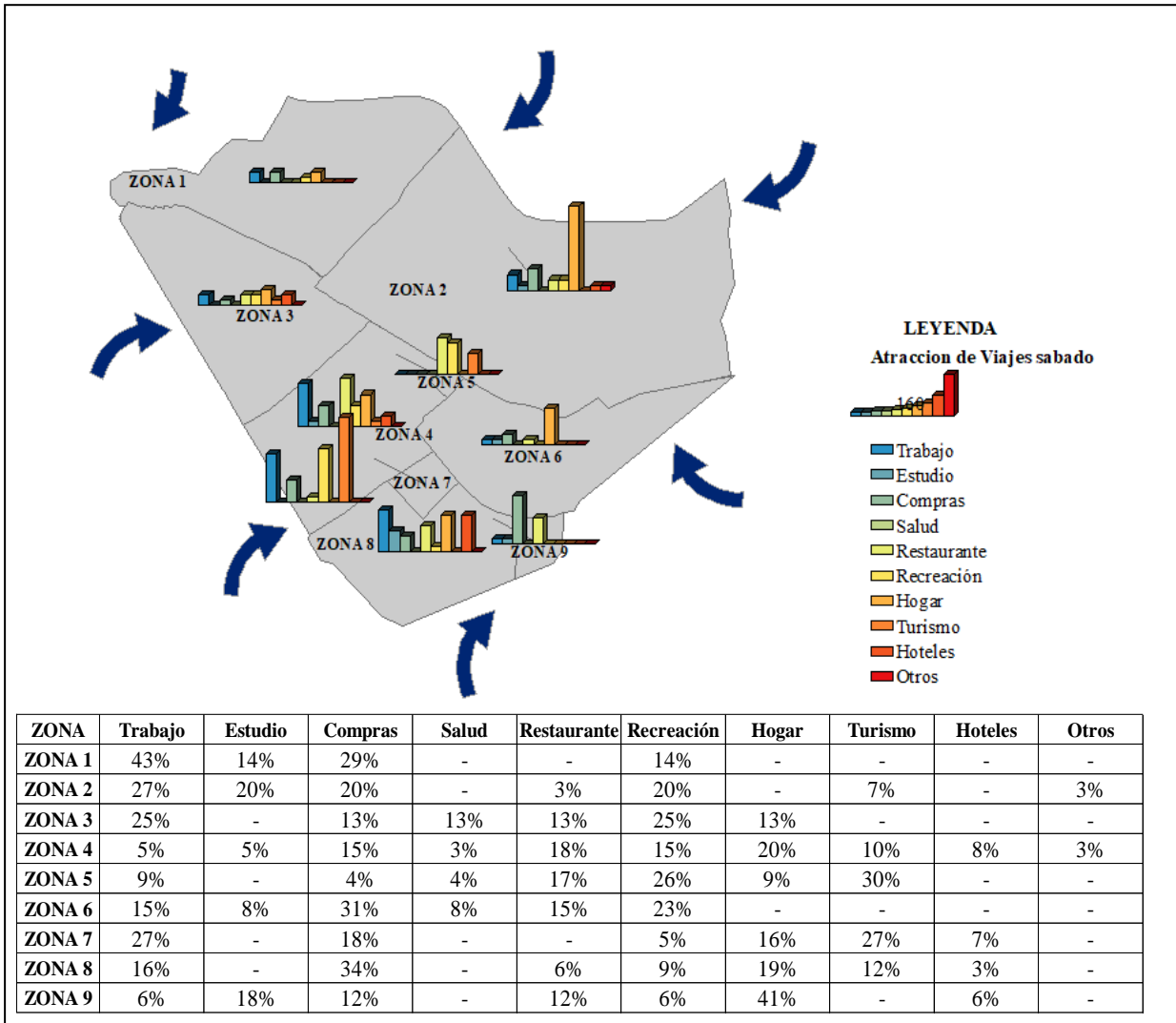


Figura 201. Motivos de la atracción de viajes en San Blas sábado

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Desplazamientos

4.1.1 Distancia recorrida

De la recolección de los desplazamientos vehiculares en el horario de máxima demanda de 9:00 a 10:00 am se obtuvo la Tabla 290 para la ocupación de los vehículos, donde se tiene que el servicio de taxi es el que en mayor proporción transita las vías vehiculares con un 52% en la Figura 202.

Tabla 290. Proporción y Ocupación por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Volumen (veh/h)	Proporción (%)	Ocupación (pasajero/veh)
servicio de taxi	62	52.10%	1.79
servicio particular	44	36.97%	1.82
servicio turístico	5	4.20%	5.20
camión 2 ejes	3	2.52%	1.67
Transporte publico	5	4.20%	6.60

Fuente: Elaboración propia

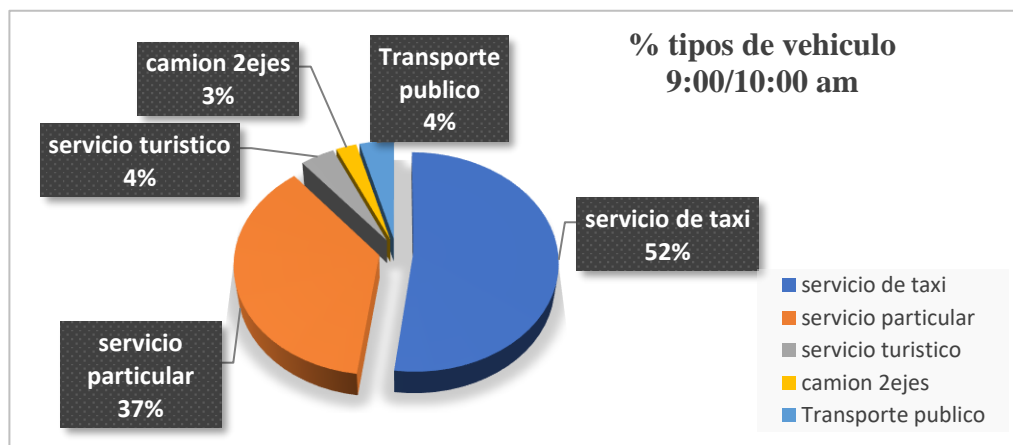


Figura 202. Porcentaje de tipo de vehículo de la hora pico

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la duración y distancia recorrida por los distintos modos de transporte se obtuvo de las velocidades promedio para cada nivel de investigación, donde se obtiene duración de los desplazamientos de 1.35 min a 14.03 min, mientras que para los recorridos las mayores distancias recorridas por el peatón con 0.90 km.