

ANEXO I

REGISTRO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Referencia	Número de accidentes	Fecha del hecho	Hora del hecho	Zona del hecho	Tramo carretero (salida - llegada)
I-17	1	1/2/2017	23:00	Comunidad de Rancho Norte	Tarija - El Puente
II-17	2	1/19/2017	16:50	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Villa Abecia
III-17	3	2/3/2017	8:00	Comunidad de el Molino	Camargo - Tarija
IV-17	4	2/17/2017	19:30	Comunidad de Tarija Cancha	Sucre - Tarija
VI-17	5	4/11/2017	8:00	Comunidad de Choroma	Carretera al norte
VII-17	6	5/1/2017	7:00	Falda la queñua - Tarija	El Puente - Tarija
VIII-17	7	6/6/2017	11:00	Comunidad de Chaupiuno	Tarija - Potosí
IX-17	8	6/22/2017	4:10	Comunidad de Rancho Norte	Tarija - Pajchani
X-17	9	8/6/2027	11:00	Agua y toro Tarija	Tarija - el puente
XI-17	10	8/15/2017	16:15	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Potosí
XII-17	11	9/29/2017	22:30	Falda la Queñua - Tarija	Izcayachi - Tarija
XIII-17	12	9/16/2017	13:20	Comunidad de Puesto Grande	Tarija - Potosí
XIV-17	13	11/27/2017	20:00	Comunidad de Choroma	Tupiza - Tarija
XV-17	14	12/25/2017	22:50	Comunidad de Rancho Norte	Tarija - Villazón
XVI-17	15	12/31/2017	23:00	Comunidad de Chaupiuno	Tarija - Carreras
I-18	16	1/21/2018	9:00	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Incahuasi
II-18	17	1/30/2018	19:30	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Culpina
III-18	18	2/10/2018	10:00	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Camargo
IV-18	19	2/21/2018	20:15	Falda la Queñua - Tarija	Izcayachi - Tarija
V-18	20	2/26/2018	22:30	Comunidad de Puesto Grande	El Puente - Tarija
VI-18	21	3/1/2018	20:50	Comunidad de Chaupiuno	Tarija - Camargo
VII-18	22	5/8/2018	19:00	Comunidad de Borde del Mollar	Borde del Mollar - Tarija
VIII-18	23	5/17/2018	17:15	Falda la Queñua - Tarija	Izcayachi - Tarija
IX-18	24	6/12/2018	8:00	Cruce Tomayapo Tarija	Tarija - Culpina
X-18	25	6/16/2018	6:30	Agua y toro Tarija	La Paz - Tarija
XI-18	26	7/9/2018	20:00	Comunidad de Chaupiuno	Tarija - El Puente
XII-18	27	8/2/2018	14:15	Comunidad de el Molino	Carretera al norte
XIII-18	28	8/27/2018	17:00	Comunidad de Corral Grande	Camargo - Tarija
XIV-18	29	10/6/2018	15:12	Comunidad de Puesto Grande	Villa Abecia - Tarija
XV-18	30	10/30/2018	18:15	Comunidad de Chaupiuno	Las Carreras - Tarija
XVI-18	31	11/17/2018	21:30	Comunidad de El Puente	El Puente - Tarija
XVII-18	32	12/24/2018	23:00	Comunidad de Rancho Norte	Tarija - Potosí
I-19	33	3/18/2019	16:30	Comunidad de Pajchani	San Lorenzo - Pajchani
II-19	34	3/22/2019	19:50	Comunidad de Cochabamba	Carretera Tarija Potosí
III-19	35	3/23/2019	21:00	Comunidad de Cochabamba	Carretera Tarija Potosí
IV-19	36	3/28/2019	15:00	Comunidad de Cochabamba	Carretera Tarija Potosí
V-19	37	5/3/2019	19:40	Falda de la Queñua	Carretera Tarija Potosí
VI-19	38	5/21/2019	11:00	Rural	Carretera Tarija Potosí
VII-19	39	5/25/2019	17:00	Rural	Carretera Tarija Potosí
VIII-19	40	6/12/2019	17:15	Comunidad de Choroma	Carretera al norte

IX-19	41	6/14/2019	15:20	Comunidad de Pajchani	Carretera Tarija - Potosí
X-19	42	6/19/2019	23:00	Comunidad de Rancho Norte	Carretera Rancho Sud - Tarija
XI-19	43	6/25/2019	19:15	Comunidad del Borde de Mollar	Carretera Borde del Mollar - Tarija
XII-19	44	6/25/2019	19:00	Comunidad Falda de la Queñua	Carretera al norte
XIII-19	45	9/8/2019	5:45	Comunidad del Río Seco	Tarija - el Río Seco
XIV-19	46	9/25/2019	5:00:00	Comunidad de Choroma	Villazón - Santa Cruz
XV-19	47	9/29/2019	21:30	Comunidad Chaupiuno	Tarija - La Paz
XVI-19	48	9/30/2019	20:00	Falda la Queñua	Izcayachi - Tarija
XVII-19	49	10/2/2019	3:30	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Tupiza
XVIII-19	50	10/9/2019	11:30	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Sucre
XIX-19	51	10/13/2019	3:00	Comunidad la Falda de la Queñua	Falda la Queñua - Tarija
XX-19	52	11/1/2019	0:00	Comunidad de Corral Grande	sucre - Tarija
XXI-19	53	11/3/2019	8:00	Comunidad de Falda la Queñua	Paicho - Tarija
XXII-19	54	11/5/2019	6:00	Comunidad Choroma	Culpina - Tarija
XXIII-19	55	11/7/2019	22:30	Comunidad Rancho Norte	Tarija - Villazón
XXIV-19	56	12/4/2019	22:30	Comunidad de Cieneguillas	El Puente - Izcayachi
XXV-19	57	12/31/2019	18.3	Comunidad de San Lorencito	Tarija - Potosí
XXVI-19	58	12/19/2019	15:15	Puesto grande	Carretera al norte
XXVII-19	59	12/31/2019	22:30	Comunidad Rancho Norte	Tarija - El Puente
I-20	60	1/7/2020	21:00	Borde Mollar	Tarija - Izcayachi
II-20	61	1/13/2020	0:30	Comunidad Cochas	Potosí - Tarija
III-20	62	2/26/2020	7:45	Comunidad Rancho Norte	Tarija - El Puente
IV-20	63	3/2/2020	13:45	El molino	Izcayachi - Tarija
V-20	64	3/21/2020	22:30	Comunidad de Rancho Norte	Tarija - Potosí
VI-20	65	7/8/2020	17:45	Comunidad de Cieneguillas	Cieneguillas
VII-20	66	8/18/2020	20:00	Falda la Queñua	Camargo - Tarija
VIII-20	67	8/24/2020	10:00	Falda la Queñua	Izcayachi- Tarija
IX-20	68	8/30/2020	18:45	Tarija Cancha Sud	San Lorenzo - Tarija Cancha Sud
X-20	69	9/5/2020	0:10	Altura tranca Pajchani	Izcayachi- Tarija
XI-20	70	9/11/2020	10:30	Falda la Queñua - Tarija	El Puente - Tarija
XII-20	71	11/24/2020	18:00	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Tupiza
I-21	72	1/2/2021	11:40	Puesto Grande	Carretera al norte
II-21	73	2/13/2021	11:00	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Cochabamba
III-21	74	2/16/2021	5:00	Comunidad de Corral Grande	Potosí - Tarija
IV-21	75	2/24/2021	20:15	Falda la Queñua - Tarija	Izcayachi - Tarija
V-21	76	2/28/2021	19:30	Comunidad Cochas	Potosí - Tarija
VI-21	77	4/1/2021	8:00	Comunidad de Borde del Mollar	Borde del Mollar - Tarija
VII-21	78	4/9/2021	18:50	Falda la Queñua	Culpina - Tarija
VIII-21	79	4/11/2021	20:30	Comunidad de Pajchani	Camargo - Tarija
IX-21	80	7/4/2021	17:15	Comunidad de León Cancha	León Cancha - Tarija
X-21	81	8/27/2021	6:30	Comunidad de Corral Grande	Tarija - la paz
XI-21	82	10/28/2021	18:00	Comunidad de Cieneguillas	Tarija - Potosí
XII-21	83	12/11/2021	8:00	Cruce Tomayapo Tarija	Tarija - Culpina
XIII-21	84	12/27/2021	22:00	Comunidad Rancho Norte	Tarija - Izcayachi

Gps latitud - longitud)	Descripción del hecho	Causas	Estado de la vía
-21.436783, -64.752107	Choque a vehículo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.362234,-65.039702	Embarrancamiento	Exceso de carga	Bueno
-21.3889701,-64.965819	Choque a objeto fijo	Falla mecánica	Bueno
-21.436720, -64.752136	Choque a vehículo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.389418, -64.826717	Colisión	Imprudencia ocasionados por el peatón	Bueno
-21.387189,-64.925326	Vuelco de campana	Exceso de velocidad	Bueno
-21.279631,-65.147575	Vuelco de tonel	Exceso de velocidad	Bueno
-21.436783, -64.752107	Caída de motocicleta	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.370784, -65.070644	Colisión	Exceso de velocidad	Bueno
-21.362234,-65.039702	Embarrancamiento	Exceso de velocidad	Bueno
-21.387189,-64.925326	Choque a objeto fijo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.3172203,-65.101942	Choque a vehículo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.389418, -64.826717	Choque a objeto fijo	Falla mecánica	Bueno
-21.436783, -64.752107	Arrollamiento	Exceso de velocidad	Bueno
-21.279631,-65.147575	Vuelco de tonel	Estado de embriaguez	Bueno
-21.362288,-65.040040	Embarrancamiento	Falla mecánica	Bueno
-21.362234,-65.039702	Embarrancamiento	Exceso de velocidad	Bueno
-21.363448,-65.039370	Vuelco de tonel	Exceso de velocidad	Bueno
-21.387189,-64.925326	Choque a vehículo	Señalización defectuosa	Bueno
-21.355910,-65.091722	Choque a vehículo	Señalización defectuosa	Bueno
-21.279631,-65.147575	Choque a objeto fijo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.414040,-64.775805	Vuelco de campana	Exceso de velocidad	Bueno
-21.387189,-64.925326	Caída de motocicleta	Omitir señalizaciones	Bueno
-21.361970,-65.055620	Colisión	Exceso de velocidad	Bueno
-21.371113,-65.073820	Colisión	Exceso de velocidad	Bueno
-21.279631,-65.147575	Vuelco de tonel	Exceso de velocidad	Bueno
-21.3889701,-64.9658195	Vuelco de campana	Exceso de velocidad	Bueno
-21.3690338,-65.0657141	Colisión	Exceso de velocidad	Bueno
-21.3172203,-65.1019423	Choque a objeto fijo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.2798623,-65.146992	Vuelco de tonel	Exceso de velocidad	Bueno
-21.250487, -65.205135	Caída de motocicleta	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.436720, -64.752136	Choque a vehículo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.403277, -64.771223	Choque a objeto fijo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.384274 -64.942113	Choque a objeto fijo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.396839, -64.904866	Colisión	Imprudencia ocasionados por el pasajero	Bueno
-21.391863, -64.800309	Colisión	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.388451, -64.917415	Colisión	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.369192, -65.001187	Choque a objeto fijo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.386538, -64.850132	Embarrancamiento	Falla mecánica	Bueno
-21.389418, -64.826717	Colisión	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.399434, -64.791290	Vuelco de tonel	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.436783, -64.752107	Caída de motocicleta	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno

-21.436586, -64.752672	Colisión	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.388728, -64.917448	Vuelco de tonel	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.433610, -64.761966	Atropello a peatón	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.379032, -64.870776	Choque a objeto fijo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Con neblina
-21.279320 -65.147652	Choque a objeto fijo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.387189,-64.925326	Choque a objeto fijo	Vía en mal estado	Con neblina
-21.362281, -65.039638	Choque a vehículo	Falla mecánica	Bueno
-21.362170, -65.039775	Vuelco de tonel	Falla mecánica	Bueno
-21.388870, -64.917516	Caída de motocicleta	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.369379,-65.075668	Vuelco de tonel	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.388596, -64.917314	Caída de motocicleta	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.383415, -64.871961	Vuelco de tonel	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.436720, -64.752136	Colisión	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.362160, -65.039951	Choque a objeto fijo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.381568 -64.985406	Vuelco de tonel	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.308905 -65.120154	Choque a objeto fijo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.436720, -64.752136	Vuelco de tonel	Estado de embriaguez	Bueno
-21.419027 -64.773316	Atropello a semoviente	Exceso de velocidad	Bueno
-21.396822 -64.908628	Incendio	Falla mecánica	Bueno
-21.436586, -64.752672	Choque a vehículo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.382764, -64.951842	Colisión	Exceso de velocidad	Bueno
-21.436726, -64.752125	Choque a objeto fijo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.362190, -65.039724	Encunetamiento	Señalización defectuosa	malo
-21.388348, -64.917373	Encunetamiento	Falla mecánica	Bueno
-21.388508, -64.917341	Vuelco de tonel	Falla mecánica	Bueno
-21.411314 -64.774541	Caída de pasajero	Imprudencia ocasionados por el pasajero	Regular
-21.401958 -64.777991	Deslizamiento	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.388711, -64.917394	Choque a objeto fijo	Exceso de velocidad	Bueno
-21.362288,-65.0400401	Vuelco de tonel	Exceso de velocidad	Bueno
-21.308905 -65.120154	Encunetamiento	Exceso de velocidad	Bueno
-21.362234,-65.039702	Embarrancamiento	Exceso de velocidad	Bueno
-21.369379,-65.075668	Vuelco de tonel	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.388763, -64.917401	Vuelco de campana	Falla mecánica	Bueno
-21.396822 -64.908628	Choque a objeto fijo	Imprudencia ocasionados por el conductor	Bueno
-21.414040,-64.775805	Choque a vehículo	Estado de embriaguez	Bueno
-21.389047 -64.917814	Choque a vehículo	Exceso de velocidad	bueno
-21.401240,-64.778505	Encunetamiento	Falla mecánica	bueno
-21.1782371, -64.714014	Caída de motocicleta	Vía en mal estado	bueno
-21.369379,-65.075668	Choque a objeto fijo	Omitir señalizaciones	bueno
-21.362288,-65.040040	Deslizamiento	Imprudencia ocasionados por el conductor	bueno
-21.364173, -65.044365	Encunetamiento	Exceso de velocidad	bueno
-21.436720, -64.752136	Colisión	Exceso de velocidad	bueno

Sexo	Edad	Tipo de vehículo protagonista	Tipo de servicio que presta	Total heridos	Total muertos
Varón	52	Vagoneta	Público	6	0
Varón	60	Camión	Particular	3	0
Varón	34	Automóvil	Particular	0	0
Varón	44	Vagoneta	Particular	2	0
Varón	27	Motocicleta	Particular	1	0
Varón	44	Camioneta	Particular	2	0
Varón	50	Vagoneta	Público	6	6
Varón	21	Motocicleta	Particular	1	0
Varón	61	Camión	Particular	5	1
Varón	30	Vagoneta	Público	6	0
Varón	29	Vagoneta	Público	6	0
Varón	37	Camión tráiler	Particular	0	0
Varón	49	Automóvil	Particular	1	0
Varón	51	Camioneta	Particular	0	1
Varón	53	Camioneta	Particular	4	1
Varón	41	Ómnibus	Público	26	12
Varón	52	Camión	Particular	0	1
Varón	25	Vagoneta	Público	6	0
Varón	40	Automóvil	Particular	2	0
Mujer	33	Camioneta	Particular	4	0
Varón	20	Vagoneta	Público	7	0
Varón	44	Camioneta	Particular	2	0
Varón	20	Motocicleta	Particular	1	0
Varón	55	Camión	Particular	2	6
Varón	40	Ómnibus	Público	33	9
Varón	28	Vagoneta	Particular	4	0
Varón	49	Automóvil	Particular	0	1
Varón	19	Vagoneta	Público	6	0
Varón	22	Camioneta	Particular	0	1
Varón	55	Automóvil	Particular	3	0
Varón	32	Motocicleta	Particular	1	0
Varón	52	Vagoneta	Particular	5	0
Varón	36	Camión volqueta	Particular	3	0
Varón	43	Vagoneta	Particular	2	0
Varón	52	Camión	Particular	0	0
Varón	39	Camión	Particular	0	0
Varón	19	Volqueta	Particular	1	0
Varón	55	Tracto-camión	Particular	0	0
Varón	38	Camioneta	Particular	0	0
Varón	47	Vagoneta	Particular	7	0
Varón	28	Vagoneta	Público	1	0
Varón	30	Motocicleta	Particular	2	0

Varón	20	Motocicleta	Particular	1	0
Varón	53	Camión	Particular	2	0
Varón	44	Vagoneta	Público	0	1
Varón	38	Camión	Particular	0	0
Varón	28	Automóvil	Particular	1	0
Varón	38	Camioneta	Particular	2	0
Varón	54	Camión	Particular	3	0
Varón	42	Camión tráiler	Particular	1	0
Varón	21	Motocicleta	Particular	1	0
Varón	65	Camión	Particular	5	0
Varón	19	Motocicleta	Particular	2	0
Varón	28	Vagoneta	Particular	1	0
Varón	32	Camión	Particular	1	0
Varón	25	Camioneta	Oficial	2	0
Varón	44	Vagoneta	Particular	0	0
Varón	56	Vagoneta	Público	2	0
Varón	37	Automóvil	Particular	4	0
Varón	42	Ómnibus	Público	0	0
Varón	37	Ómnibus	Público	0	0
Varón	61	Camioneta	Particular	4	0
Varón	29	Vagoneta	Público	5	0
Varón	18	Vagoneta	Particular	5	0
Varón	46	Camioneta	Particular	1	0
Varón	38	Camión	Particular	1	0
Varón	35	Automóvil	Particular	3	0
Varón	18	Motocicleta	Público	1	0
Varón	43	Camión	Particular	0	0
Varón	25	Automóvil	Particular	2	0
Varón	52	Camión	Particular	3	1
Varón	28	Vagoneta	Particular	3	0
Varón	63	Camión cisterna	Particular	2	0
Varón	25	Vagoneta	Público	6	0
Varón	25	Camioneta	Particular	3	0
Mujer	45	Jeep	Particular	0	0
Varón	44	Ómnibus	Público	0	0
Varón	39	Vagoneta	Público	6	0
Varón	50	Camión	Particular	0	0
Varón	22	Motocicleta	Particular	1	0
Varón	49	Tracto-camión	Particular	0	0
Varón	53	Ómnibus	Público	3	0
Varón	60	Camión	Particular	0	0
Varón	43	Camioneta	Particular	4	0

ANEXO II

CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) EN CADA TRAMO

Para el cálculo del TPD para efectos de diseño, se usará la metodología consignada por (Rafael cal y Mayor Reyes, 2007), la cual consiste en calcular el valor del TPDA (tránsito promedio diario anual) partiendo del TPDS (tránsito promedio diario semanal) con el uso de fundamentos de tipo estadístico.

TRAMO: CRUCE SAN LORENZO-CRUCES PAICHO

Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total, aforado en la semana	Promedio
Liviano	903	984	926	705	1029	744	724	6015	
Mediano	189	180	142	180	79	142	163	1075	
Pesado	277	242	263	265	131	262	209	1649	
Total	1369	1406	1331	1150	1239	1148	1096	8739	1248.000
% Livianos	65.96%	69.99%	69.57%	61.30%	83.05%	64.81%	66.06%	68.83%	
% Medianos	13.81%	12.80%	10.67%	15.65%	6.38%	12.37%	14.87%	12.30%	
% Pesados	20.23%	17.21%	19.76%	23.04%	10.57%	22.82%	19.07%	18.87%	

100.00%

Cálculo de la desviación estándar muestra (S)							
1	2	3	4	5	6	7	8
Días	n	Tdi	TPDS	Tdi - TPDS	(Tdi - TPDS) ²	n-1	$[\sum(Tdi - TPDS)^2 / (n-1)]^{1/2}$ S
1	7	1369	1248.0000	121	14641	6	121.9848
2		1406		158	24964		
3		1331		83	6889		
4		1150		-98	9604		
5		1239		-9	81		
6		1148		-100	10000		
7		1096		-152	23104		
€		8739			89283		

Cálculo σ (desviación estándar poblacional estimada)						
S	\sqrt{n}	S/\sqrt{n}	N-n	N-1	$(N-n/N-1)^{1/2}$	$S/\sqrt{n} * (N-n/N-1)^{1/2}$ σ
121.98	2.6458	46.1059	358	364	0.9917	45.7243

Tomando un nivel de confiabilidad del 95% se tiene un $k=1.96$. (estadística)

$k=$ 1.96
 $\sigma:$ 45.7243

$$k \cdot \sigma = 1.96 \cdot 45.7243 = 89.6197$$

$$TPDS = 1248 \text{ vehículos}$$

reemplazando en la ecuación:

$$TPDA = TPDS + k \cdot \sigma = 1338.0000 \text{ Máximo} \quad \text{adoptado}$$

$$TPDA = 1158.0000 \text{ Mínimo}$$

TRAMO: CRUCE ISCAYACHI-CRUCE TOMAYAPO

Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total, aforado en la semana	Promedio
Liviano	564	593	460	454	534	521	524	3650	
Mediano	97	66	82	104	96	69	74	588	
Pesado	164	179	151	184	215	179	193	1265	
Total	825	838	693	742	845	769	791	5503	786.000
% Livianos	68.36%	70.76%	66.38%	61.19%	63.20%	67.75%	66.25%	66.33%	
% Medianos	11.76%	7.88%	11.83%	14.02%	11.36%	8.97%	9.36%	10.69%	
% Pesados	19.88%	21.36%	21.79%	24.80%	25.44%	23.28%	24.40%	22.99%	

100.00%

Cálculo de la desviación estándar muestra (S)							
1	2	3	4	5	6	7	8
			€ Tdi/n				[€(Tdi - TPDS)^2/n-1]^1/2
Días	n	Tdi	TPDS	Tdi - TPDS	(Tdi - TPDS)^2	n-1	S
1	7	825	786.0000	39	1521	6	55.6849
2		838		52	2704		
3		693		-93	8649		
4		742		-44	1936		
5		845		59	3481		
6		769		-17	289		
7		791		5	25		
€		5503			18605		

Cálculo σ (desviación estándar poblacional estimada)						
S	\sqrt{n}	S/\sqrt{n}	N-n	N-1	$(N-n/N-1)^{1/2}$	$S/\sqrt{n} \cdot (N-n/N-1)^{1/2}$
						σ
55.68	2.6458	21.0469	358	364	0.9917	20.8727

Tomando un nivel de confiabilidad del 95% se tiene un $k=1.96$

$$k = 1.96$$

$$\sigma = 20.8727$$

$$k \cdot \sigma = 1.96 \cdot 20.8727 = 40.9106$$

$$TPDS = 786 \text{ vehículos}$$

reemplazando en la ecuación:

TPDA= TPDS+ $-k*\sigma$
 TPDA= 827.0000 Máximo adoptado
 TPDA= 745.0000 Mínimo

TRAMO: CRUCE TOMAYAPO - EL PUENTE

Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total, aforado en la semana	Promedio
Liviano	572	574	382	460	505	506	459	3458	
Mediano	80	75	88	75	72	71	80	541	
Pesado	207	184	170	194	209	177	160	1301	
Total	859	833	640	729	786	754	699	5300	757.000
% Livianos	66.59%	68.91%	59.69%	63.10%	64.25%	67.11%	65.67%	65.25%	
% Medianos	9.31%	9.00%	13.75%	10.29%	9.16%	9.42%	11.44%	10.21%	
% Pesados	24.10%	22.09%	26.56%	26.61%	26.59%	23.47%	22.89%	24.55%	

100.00%

Cálculo de la desviación estándar muestra (S)							
1	2	3	4	5	6	7	8
Dias	n	Tdi	TPDS	Tdi - TPDS	(Tdi - TPDS) ²	n-1	S
1	7	859	757.0000	102	10404	6	76.23
2		833		76	5776		
3		640		-117	13689		
4		729		-28	784		
5		786		29	841		
6		754		-3	9		
7		699		-58	3364		
€		5300			34867		

Cálculo σ (desviación estándar poblacional estimada)						
S	\sqrt{n}	S/\sqrt{n}	N-n	N-1	$(N-n/N-1)^{1/2}$	$S/\sqrt{n}*(N-n/N-1)^{1/2}$
						σ
76.23	2.6458	28.8126	358	364	0.9917	28.5741

Tomando un nivel de confiabilidad del 95% se tiene un $k=1.96$

$k=$ 1.96
 $\sigma:$ 28.5741
 $k*\sigma=$ 1.96*28.5741= 56.0052
 TPDS= 757 vehículos
 reemplazando en la ecuación:
 TPDA= TPDS+ $-k*\sigma$
 TPDA= 813.0000 Máximo Adoptado
 TPDA= 701.0000 Mínimo

Vol. Anual 1=	488370
Vol. Anual 2=	301855
Vol. Anual 3=	296745

ANEXO III

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD MEDIA EN CADA TRAMO

Distancia: 0.054 km			Tramo: TCA 1 Norte a Sur			Distancia: 0.054 km			Tramo: TCA 1 Sur a Norte		
Tiempo empleado (h)			Velocidad (km/h)			Tiempo empleado (h)			Velocidad (km/h)		
Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado
0.0017	0.0022	0.0028	31.0543	25.1163	19.2095	0.0013	0.0014	0.0024	40.5000	37.9688	22.3963
0.0017	0.0023	0.0028	31.5584	23.1704	18.9659	0.0014	0.0017	0.0019	38.3432	32.5084	28.5882
0.0016	0.0021	0.0027	34.8387	25.8167	19.8976	0.0009	0.0018	0.0022	58.5542	30.6142	24.7643
0.0019	0.0026	0.0029	27.8910	20.5280	18.6029	0.0016	0.0021	0.0024	33.5751	25.9893	22.5000
0.0022	0.0022	0.0024	24.8593	24.8593	22.6573	0.0019	0.0018	0.0017	27.8510	29.7248	31.2540
0.0023	0.0020	0.0025	23.9704	27.0752	21.7450	0.0015	0.0016	0.0019	37.1702	34.4071	27.8510
0.0013	0.0023	0.0024	40.6695	23.0059	22.2426	0.0018	0.0018	0.0022	30.0000	29.8160	24.7959
0.0017	0.0028	0.0030	31.1040	19.2095	18.0501	0.0009	0.0020	0.0017	62.3077	27.0752	31.0543
0.0020	0.0020	0.0026	27.2269	27.0376	20.5497	0.0014	0.0014	0.0020	37.9688	37.5290	27.0000
0.0020	0.0023	0.0028	26.9252	23.6784	19.1527	0.0013	0.0016	0.0023	42.6316	33.2877	23.1153
0.0017	0.0025	0.0030	30.9554	21.6481	18.2707	0.0011	0.0014	0.0021	50.8901	39.4320	25.5118
0.0020	0.0021	0.0024	26.5574	25.7825	22.1918	0.0019	0.0015	0.0019	28.2558	36.4045	28.6303
0.0017		0.0027	31.2039		20.3560	0.0009	0.0018	0.0025	60.3727	29.6794	21.7450
0.0025		0.0025	21.8427		21.6964	0.0022	0.0020	0.0018	25.1163	27.0000	30.2804
0.0020		0.0023	27.3418		23.1429	0.0015	0.0023	0.0020	35.6697	29.704	27.3034
0.0020		0.0024	26.9252		22.1665	0.0012	0.0016	0.0019	46.0664	33.4021	28.3796
0.0019		0.0024	28.1739		22.7368	0.0009		0.0021	61.5190		26.2348
0.0023			23.6784			0.0017		0.0017	31.4563		31.6612
0.0021			26.1995			0.0010		0.0018	52.3989		30.7109
0.0023			23.3654			0.0022		0.0019	24.9871		28.3796
0.0025			21.8673			0.0018		0.0020	29.6794		27.3803
0.0018			30.3750			0.0009		0.0018	61.5190		30.1395
0.0022			25.1163			0.0015		0.0021	35.0270		25.9893
0.0020			26.4490			0.0015		0.0019	36.8880		28.6726
0.0020			26.8138			0.0014			37.9688		
0.0018			29.6794			0.0008			64.3709		
0.0021			25.9893			0.0018			29.8618		
0.0026			21.0390			0.0027			20.3560		
0.0021			25.4450			0.0010			56.6764		
0.0018			30.8082			0.0015			36.0668		
0.0021			25.9893			0.0012			46.5072		
0.0020			27.0000			0.0017			32.3461		
0.0018			30.5181			0.0009			60.3727		
0.0021			26.1995			0.0014			39.1147		
0.0024			22.5000			0.0026			20.8137		
0.0024			22.7368			0.0015			35.2174		
0.0020			27.5745			0.0018			29.6794		
0.0022			24.7959			0.0019			29.1454		
0.0026			20.9935			0.0010			54.7606		
0.0023			23.0605			0.0018			30.8082		
0.0020			27.4576			0.0009			57.0088		
0.0025			21.7450			0.0025			21.3392		
0.0025			21.3626			0.0018			29.6341		
0.0021			25.9893			0.0011			47.6471		
0.0026			20.6589			0.0027			20.1869		
0.0018			30.6625			0.0015			35.6697		
0.0018			30.7595			0.0015			37.2414		
0.0017			31.3043			0.0010			55.0708		
0.0021			26.3415			0.0017			31.4563		
0.0018			29.5890			0.0016			33.6332		
						0.0011			51.4286		
						0.0018			30.2333		
Media			26.9432	23.9107	20.6844	Media			40.1241	31.8005	27.2641
Desviación estándar			3.9612	2.5112	1.7413	Desviación estándar			12.7454	4.5969	2.9455
			MEDIA-DS	MEDIA-DS	MEDIA-DS				MEDIA-DS	MEDIA-DS	MEDIA-DS
			22.9820	21.3995	18.9431				27.3788	27.2036	24.3186
			MEDIA+DS	MEDIA+DS	MEDIA+DS				MEDIA+DS	MEDIA+DS	MEDIA+DS
			30.9045	26.4218	22.4256				52.8695	36.3975	30.2096

Velocidad (km/h)			Velocidad (km/h)				
Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado		
30.8082	25.8167331	22.2425629	52.3989	34.4070796	30.1395349		
30.7595	25.7824934	22.1917808	51.4286	33.4020619	28.6725664		
30.6625	25.1162791	22.1664766	50.8901	33.2876712	28.6303387		
30.5181	24.859335	21.7449664	47.6471	32.5083612	28.5882353		
30.3750	23.6784409	21.6964286	46.5072	30.6141732	28.379562		
29.6794	23.170441	20.5496829	46.0664	29.8159509	28.379562		
29.5890	23.0059172	20.3560209	42.8194	29.7247706	27.8510029		
28.1739	21.6481069	19.8976459	42.6316	29.6793893	27.3802817		
27.8910		19.2094862	40.5000		27.3033708		
27.5745		19.1527094	39.1147		27		
27.4576		18.9658537	38.3432		26.2348178		
27.3418			37.9688		25.9893048		
27.2269			37.9688		25.511811		
27.0000			37.5290		24.7959184		
26.9252			37.2414		24.7643312		
26.9252			37.1702				
26.8138			36.8880				
26.5574			36.0668				
26.4490			35.6697				
26.3415			35.6697				
26.1995			35.2174				
26.1995			35.0270				
25.9893			33.6332				
25.9893			33.5751				
25.9893			32.3461				
25.4450			31.4563				
25.1163			31.4563				
24.8593			30.8082				
24.7959			30.2333				
23.9704			30.0000				
23.6784			29.8618				
23.3654			29.6794				
23.0605			29.6794				
			29.6341				
			29.1454				
			28.2558				
			27.8510				
Promedio	26.9614	24.1347	20.7431	Promedio	36.7130	31.6799	27.3080

Distancia: 0.1 km Tramo: TCA 2 Norte a Sur			Distancia: 0.1 km Tramo: TCA 2 Sur a Norte								
Tiempo empleado (h)			Velocidad (km/h)			Tiempo empleado (h)			Velocidad (km/h)		
Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado
0.0023	0.0019	0.0031	43.7956	52.5547	32.4617	0.0026	0.0045	0.0035	39.0879	22.2085	28.8925
0.0018	0.0021	0.0044	55.2995	48.3221	22.5282	0.0022	0.0034	0.0031	46.0948	29.7521	32.4617
0.0015	0.0022	0.0035	67.2897	46.1538	28.3019	0.0024	0.0038	0.0065	41.0959	26.1628	15.4176
0.0020	0.0023	0.0036	48.8467	43.7956	28.1250	0.0023	0.0031	0.0045	44.0098	32.0856	22.0859
0.0016	0.0025	0.0041	62.0690	40.2685	24.5902	0.0027	0.0033	0.0044	36.8475	30.4569	22.8717
0.0015	0.0020	0.0040	68.7023	48.9796	25.2278	0.0025	0.0041	0.0041	39.3443	24.4233	24.1935
0.0018		0.0044	54.7945		22.6700	0.0024	0.0040	0.0042	41.0490	25.3165	23.6220
0.0019		0.0037	52.4017		27.2727	0.0023	0.0043	0.0044	42.6036	23.3010	22.6131
0.0021		0.0044	47.7454		22.9299	0.0026	0.0036	0.0048	38.9610	27.9503	20.9913
0.0018		0.0036	55.8140		27.4809	0.0021	0.0038	0.0045	47.7454	26.1438	22.3048
0.0015		0.0045	66.6667		22.2222	0.0027	0.0039	0.0048	37.1134	25.3521	20.6304
0.0019			52.9412			0.0025	0.0037	0.0052	40.2235	26.7062	19.1489
0.0018			56.2500			0.0023		0.0038	43.7956		26.5879
0.0022			45.6853			0.0022		0.0044	45.2830		22.7704
0.0020			49.9307			0.0023		0.0048	44.4444		20.6659
0.0022			44.9438			0.0023		0.0042	43.8490		23.6842
0.0017			58.5366			0.0024		0.0049	42.1053		20.5362
0.0017			57.6000			0.0020			49.7925		
0.0023			43.7956			0.0024			40.9091		
0.0021			47.7454			0.0028			35.4680		
0.0022			45.9184			0.0023			42.8571		
0.0021			47.7454			0.0021			48.3221		
0.0017			57.7849			0.0022			45.6853		
0.0016			61.0169			0.0020			50.7042		
0.0018			55.8140			0.0023			43.9024		
0.0019			53.1758			0.0024			41.3793		
0.0021			48.0000			0.0022			45.5696		
0.0020			49.1803			0.0024			42.3529		
0.0023			43.6364			0.0025			40.4949		
0.0017			59.0164			0.0029			34.6154		
0.0021			47.5561			0.0027			36.7347		
0.0019			52.1739			0.0028			35.6436		
0.0023			44.0098			0.0020			49.3151		
0.0020			49.7238			0.0027			37.3057		
0.0019			52.4017			0.0027			36.5854		
0.0017			59.0164			0.0028			35.7143		
0.0017			57.6923			0.0020			49.7238		
0.0019			53.7313			0.0024			41.8605		
0.0017			57.8778			0.0025			40.6780		
0.0020			50.7042			0.0024			41.6185		
0.0023			43.6893			0.0021			47.8723		
0.0021			48.3871			0.0023			42.7553		
0.0020			51.0638			0.0020			49.9307		
0.0019			53.0973			0.0020			49.1803		
0.0016			60.7083			0.0027			37.0752		
						0.0023			43.6893		
						0.0025			39.4737		
						0.0029			34.4828		
						0.0024			41.0490		
						0.0026			39.1730		
						0.0020			49.7925		
						0.0024			41.7633		
						0.0024			42.3032		
						0.0025			40.2685		
						0.0025			39.2585		
Media			52.9772	46.6791	25.8010	Media			42.1628	26.6549	22.9105
Desviación estándar			6.5474	4.2942	3.2306	Desviación estándar			4.4271	2.9420	3.8266
			MEDIA-DS	MEDIA-DS	MEDIA-DS				MEDIA-DS	MEDIA-DS	MEDIA-DS
			46.4299	42.3848	22.5703				37.7357	23.7129	19.0838
			MEDIA+DS	MEDIA+DS	MEDIA+DS				MEDIA+DS	MEDIA+DS	MEDIA+DS
			59.5246	50.9733	29.0316				46.5899	29.5970	26.7371

Velocidad (km/h)			Velocidad (km/h)		
Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado
59.0164	48.9795918	28.3018868	46.0948	27.9503106	26.5878877
59.0164	48.3221477	28.125	45.6853	26.7062315	24.1935484
58.5366	46.1538462	27.480916	45.5696	26.1627907	23.6842105
57.8778	43.7956204	27.2727273	45.2830	26.1437908	23.6220472
57.7849		25.2277505	44.4444	25.3521127	22.8716645
57.6923		24.5901639	44.0098	25.3164557	22.7703985
57.6000		22.9299363	43.9024	24.4233379	22.6130653
56.2500		22.6700252	43.8490		22.3048327
55.8140			43.7956		22.0858896
55.8140			43.6893		20.9912536
55.2995			42.8571		20.6659013
54.7945			42.7553		20.6303725
53.7313			42.6036		20.5362236
53.1758			42.3529		19.1489362
53.0973			42.3032		
52.9412			42.1053		
52.4017			41.8605		
52.4017			41.7633		
52.1739			41.6185		
51.0638			41.3793		
50.7042			41.0959		
49.9307			41.0490		
49.7238			41.0490		
49.1803			40.9091		
48.8467			40.6780		
48.3871			40.4949		
48.0000			40.2685		
47.7454			40.2235		
47.7454			39.4737		
47.7454			39.3443		
47.5561			39.2585		
			39.1730		
			39.0879		
			38.9610		
Promedio	52.9693	46.8128	Promedio	42.0291	26.0079
		25.8248			22.3362

Distancia: 0.16 km Tramo: TCA 3 Norte a Sur			Distancia: 0.16 km Tramo: TCA 3 Sur a Norte								
Tiempo empleado (h)			Velocidad (km/h)			Tiempo empleado (h)			Velocidad (km/h)		
Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado
0.0045	0.0048	0.0076	35.4680	33.0086	20.9607	0.0042	0.0043	0.0073	38.4000	37.4026	22.0690
0.0041	0.0043	0.0044	39.0773	37.2816	36.2949	0.0043	0.0050	0.0081	36.9231	32.2689	19.7666
0.0042	0.0048	0.0046	37.6717	33.4884	34.5324	0.0042	0.0063	0.0073	37.8947	25.6000	21.7769
0.0037	0.0044	0.0050	43.7026	36.4096	32.3051	0.0042	0.0051	0.0077	38.0198	31.2195	20.7045
0.0044	0.0050	0.0068	36.7347	32.1429	23.4432	0.0037	0.0049	0.0077	42.7935	32.8392	20.9150
0.0043	0.0045	0.0074	37.0418	35.7320	21.5086	0.0043	0.0052	0.0079	37.2816	30.6383	20.2460
0.0037		0.0055	42.8253		29.1793	0.0045	0.0052	0.0074	35.7764	31.0680	21.5730
0.0035		0.0057	46.1169		28.1663	0.0037	0.0048	0.0083	43.4717	33.4884	19.3548
0.0042		0.0063	37.9197		25.2632	0.0039	0.0046	0.0076	40.5634	35.0152	21.1765
0.0039		0.0072	41.1429		22.3429	0.0038	0.0050	0.0074	42.5092	32.3232	21.7358
0.0043		0.0077	36.9231		20.6822	0.0036		0.0073	43.9695		22.0268
0.0044		0.0071	36.3866		22.6415	0.0034		0.0077	47.0588		20.6897
0.0035		0.0053	46.1538		30.1571	0.0034		0.0080	47.6033		19.9170
0.0040		0.0047	39.5333		34.3266	0.0038		0.0081	41.5884		19.7260
0.0034		0.0065	47.2131		24.4690	0.0032			49.7839		
0.0038			41.6787			0.0040			39.9445		
0.0035			45.1765			0.0044			36.1809		
0.0036			45.0704			0.0033			48.6076		
0.0035			45.1765			0.0033			49.0213		
0.0042			38.1457			0.0035			46.2651		
0.0041			38.9189			0.0036			43.9695		
0.0040			40.0556			0.0037			42.8253		
0.0044			36.2720			0.0043			37.3783		
0.0041			39.1304			0.0034			47.0588		
0.0039			41.5285			0.0033			49.0213		
0.0035			45.2119			0.0033			48.7310		
0.0037			42.8253			0.0035			46.2651		
0.0038			41.5884			0.0033			48.5257		
0.0035			45.1057			0.0035			45.1765		
0.0038			41.6787			0.0037			43.6364		
0.0035			46.3395			0.0036			44.5131		
0.0044			36.5714			0.0041			38.8664		
0.0042			37.8947			0.0038			41.8301		
0.0036			45.0000			0.0035			45.1765		
0.0038			41.8909			0.0032			50.3057		
0.0036			44.8249			0.0039			40.8511		
0.0039			40.8511			0.0041			38.9189		
0.0041			38.9189			0.0035			46.2651		
						0.0033			47.9600		
						0.0033			48.7310		
						0.0033			49.0213		
						0.0035			46.2651		
						0.0037			43.6364		
Media			41.1517	34.6772	27.0849	Media			43.6880	32.1863	20.8341
Desviación estándar			3.5014	2.0745	5.4131	Desviación estándar			4.3116	3.0790	0.9240
			MEDIA-DS	MEDIA-DS	MEDIA-DS				MEDIA-DS	MEDIA-DS	MEDIA-DS
			37.6504	32.6027	21.6718				39.3764	29.1074	19.9101
			MEDIA+DS	MEDIA+DS	MEDIA+DS				MEDIA+DS	MEDIA+DS	MEDIA+DS
			44.6531	36.7516	32.4980				47.9996	35.2653	21.7581

Velocidad (km/h)				Velocidad (km/h)			
Liviano	Mediano	Pesado		Liviano	Mediano	Pesado	
43.7026	36.4096081	32.3051038		47.9600	35.0151976	21.7769376	
42.8253	35.7320099	30.1570681		47.6033	33.4883721	21.7358491	
42.8253	33.4883721	29.1793313		47.0588	32.8392246	21.5730337	
41.8909	33.008596	28.1662592		47.0588	32.3232323	21.1764706	
41.6787		25.2631579		46.2651	32.2689076	20.9150327	
41.6787		24.468989		46.2651	31.2195122	20.7045291	
41.5884		23.4432234		46.2651	31.0679612	20.6896552	
41.5285		22.6415094		46.2651	30.6382979	20.2460457	
41.1429		22.3429015		45.1765		19.9170124	
40.8511		21.5085885		45.1765			
40.0556				44.5131			
39.5333				43.9695			
39.1304				43.9695			
39.0773				43.6364			
38.9189				43.6364			
38.9189				43.4717			
38.1457				42.8253			
37.9197				42.7935			
37.8947				42.5092			
37.6717				41.8301			
				41.5884			
				40.8511			
				40.5634			
				39.9445			
Promedio	40.3489	34.6596	25.9476	Promedio	44.2165	32.3576	20.9705

Distancia: 0.12 km Tramo: TCA 4 Norte a Sur			Distancia: 0.12 km Tramo: TCA 4 Sur a Norte								
Tiempo empleado (h)			Velocidad (km/h)			Tiempo empleado (h)			Velocidad (km/h)		
Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado
0.0020	0.0034	0.0040	61.3636	34.8387	29.6703	0.0034	0.0032	0.0032	34.8668	37.9613	36.9863
0.0020	0.0022	0.0040	60.8451	55.3137	29.7931	0.0037	0.0036	0.0034	32.0237	32.9771	35.3808
0.0022	0.0032	0.0035	53.5980	37.8947	34.3402	0.0024	0.0029	0.0049	49.1468	41.3397	24.5734
0.0020	0.0020	0.0025	60.8451	61.2766	47.6821	0.0025	0.0023	0.0039	48.8136	51.1848	31.0568
0.0020	0.0029	0.0033	59.7510	40.9479	36.6723	0.0021	0.0026	0.0040	56.2500	46.7027	29.6500
0.0021	0.0029	0.0039	56.5445	41.0256	30.4225	0.0023	0.0035	0.0036	51.4286	34.0426	33.4365
0.0020	0.0031	0.0036	59.6685	38.5714	33.7500	0.0023	0.0030	0.0030	53.0061	39.5604	39.4521
0.0020	0.0028	0.0029	60.1671	42.2701	41.2214	0.0022	0.0033	0.0037	54.6835	35.9700	32.6038
0.0020	0.0029	0.0035	60.6742	41.7391	34.7267	0.0029		0.0031	41.3793		38.5027
0.0024	0.0027	0.0028	50.4084	44.7205	42.4361	0.0025		0.0036	47.9467		33.8028
0.0019	0.0035	0.0033	61.6262	33.8293	35.9401	0.0025		0.0038	48.7585		31.4182
0.0020	0.0032		58.6160	37.4675	40.1114	0.0022			55.3846		
0.0022		0.0031	53.9326		38.4342	0.0026			46.9565		
0.0023		0.0029	53.2020		41.1037	0.0026			47.0076		
0.0020		0.0034	61.0169		35.0365	0.0023			52.9412		
0.0019		0.0038	61.6262		31.8349	0.0023			51.6129		
0.0024		0.0033	51.0035		36.2416	0.0027			44.5820		
0.0020		0.0035	59.9168		34.3402	0.0026			46.5016		
0.0024		0.0027	50.4673		43.8579	0.0024			50.8235		
0.0021		0.0034	57.5233		35.7025	0.0030			40.2235		
0.0029		0.0034	40.9091		35.2941	0.0029			40.8318		
0.0022		0.0027	53.7983		44.9064	0.0024			49.7123		
0.0024			50.8235			0.0027			44.9532		
0.0020			58.7755			0.0029			41.5385		
0.0022			53.8653			0.0028			42.9851		
0.0021			57.9866			0.0028			42.5197		
0.0023			51.8607			0.0023			51.3064		
0.0021			57.9866			0.0025			48.9241		
0.0020			61.4509			0.0028			42.3529		
0.0025			48.5939			0.0021			56.3969		
0.0023			51.8607			0.0020			61.4509		
0.0019			61.6262			0.0019			61.6262		
0.0022			53.8653			0.0022			54.8223		
0.0028			43.1568			0.0025			47.9467		
0.0024			50.7638			0.0021			58.0645		
0.0019			61.6262			0.0019			61.6262		
0.0023			51.3674			0.0023			51.3674		
0.0021			58.3784			0.0021			58.3784		
0.0023			51.9856			0.0023			53.2020		
0.0022			53.4653			0.0021			57.2185		
0.0021			57.6769			0.0022			54.4081		
0.0024			49.4845			0.0023			51.6129		
0.0021			57.1429								
0.0027			45.1883								
0.0020			58.7755								
0.0024			50.6448								
0.0021			57.7540								
0.0024			49.0352								
0.0021			56.1039								
0.0025			47.5771								
0.0019			61.6262								
0.0020			59.9168								
0.0020			61.5385								
0.0024			50.5263								
Media			55.1840	42.4913	36.9781	Media			49.7043	39.9673	33.3512
Desviación estándar			5.4075	8.1058	4.9537	Desviación estándar			6.8755	6.2930	4.2616
			MEDIA-DS	MEDIA-DS	MEDIA-DS				MEDIA-DS	MEDIA-DS	MEDIA-DS
			49.7766	34.3855	32.0244				42.8289	33.6743	29.0896
			MEDIA+DS	MEDIA+DS	MEDIA+DS				MEDIA+DS	MEDIA+DS	MEDIA+DS
			60.5915	50.5970	41.9318				56.5798	46.2604	37.6128

Velocidad (km/h)			Velocidad (km/h)				
Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado		
60.1671	44.7204969	41.221374	56.3969	41.3397129	36.9863014		
59.9168	42.2700587	41.1037108	56.2500	39.5604396	35.3808354		
59.9168	41.7391304	40.1114206	55.3846	37.9613357	33.8028169		
59.7510	41.025641	38.4341637	54.8223	35.970025	33.4365325		
59.6685	40.9478673	36.672326	54.6835	34.0425532	32.6037736		
58.7755	38.5714286	36.2416107	54.4081		31.4181818		
58.7755	37.8947368	35.9400998	53.2020		31.0567937		
58.6160	37.4674761	35.7024793	53.0061		29.6499657		
58.3784	34.8387097	35.2941176	52.9412				
57.9866	33.8292874	35.0364964	51.6129				
57.9866		34.7266881	51.6129				
57.7540		34.3402226	51.4286				
57.6769		34.3402226	51.3674				
57.5233		33.75	51.3064				
57.1429			50.8235				
56.5445			49.7123				
56.1039			49.1468				
53.9326			48.9241				
53.8653			48.8136				
53.8653			48.7585				
53.7983			47.9467				
53.5980			47.9467				
53.4653			47.0076				
53.2020			46.9565				
51.9856			46.5016				
51.8607			44.9532				
51.8607			44.5820				
51.3674			42.9851				
51.0035							
50.8235							
50.7638							
50.6448							
50.5263							
50.4673							
50.4084							
Promedio	55.1464	39.3305	36.6368	Promedio	50.4815	37.7748	33.0419

ANEXO V

NORMAS EMPLEADAS

IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS CON CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES EN RUTAS NACIONALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA (REPÚBLICA ARGENTINA)

Anexo al Artículo 103.

ANEXO C.

MÉTODO DE ANÁLISIS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

1.- Introducción

El riesgo de accidentes es sin duda el aspecto del tránsito más duramente sufrido por la sociedad. Con independencia de que la vida o la integridad física sean por esencia bienes cuya traducción a términos económicos carecerá de sentido para quien se vea privado de una u otra, las pérdidas de índole material o la desviación de recursos que suponen los accidentes alcanzan valores de entidad considerable, incluso a escala de contabilidad nacional.

Otro aspecto particularmente ominoso de los accidentes es su carácter per se insolidario y catastrófico en el plano personal y familiar. En cualquier técnica de evaluación de proyectos se aprecia cómo, la mayoría de los balances se construyen por la agregación de pequeños beneficios o deseconomías experimentados por un amplio colectivo, cuyos miembros aprecian consecuentemente pequeñas satisfacciones o contrariedades. Sin duda este planteamiento es legítimo y puede llegar a justificar cualquier actuación. No obstante, se hace difícil entender que esa suma de contrariedades menores pueda compararse con un hecho catastrófico.

A pesar de ello, y sin pretender reincidir en una polémica muy clásica, nuestros usos y exigencias sociales y la práctica de gobernantes y administradores no pueden permitirse considerar la preservación de la vida como un bien absoluto, sino que se ven obligados a admitir la asunción de ciertos riesgos, en orden a ofrecer mejores oportunidades

personales o mejor calidad de vida, lo que supone de facto, una forma de transacción entre bienes en principio no conciliables.

Los ejemplos que pueden aducirse serían innumerables, tanto en el campo de la producción económica como en el de la sanidad, como prácticamente en cualquier área de la actividad humana.

Estas reflexiones deben conducir, sin embargo, a valorar con un criterio muy amplio los daños, perjuicios y trastornos originados por los accidentes.

La creciente preocupación por las consecuencias de los accidentes de circulación, ha propiciado prácticamente en la totalidad de los países desarrollados, la implantación de programas de mejora de la seguridad vial. El desarrollo de estos programas comprende una serie de actividades de distinto carácter, destinadas a mejorar los niveles de seguridad en una red vial, optimizando el empleo de los recursos disponibles. Para ello son fundamentales las técnicas de recopilación, análisis y evaluación de datos estadísticos de accidentes, con el fin de aprovechar la experiencia acumulada y contribuir a un uso eficiente de los recursos.

Los estudios de accidentes de circulación aportan una serie de datos y ponen de manifiesto una serie de causas de cuyo conocimiento pueden derivarse medidas y actuaciones que disminuyan el número de accidentes y su gravedad.

A los fines de encarar actuaciones concretas es necesario realizar un estudio anual de accidentes. Para ello es fundamental contar con un programa de relevamiento sistemático de accidentes que, hasta el momento, no existe en la Argentina.

El documento básico para realizar el estudio es el parte de accidentes, que deberán cumplimentar las policías de tránsito, entes concesionarios o dependencias encargadas de la explotación vial. El mismo deberá contener información respecto a la fecha, lugar y consecuencias del accidente, y todo otro dato que permita identificar las causas del mismo, tales como, características geométricas de la vía, señalización, estado de la superficie, luminosidad, visibilidad, otros peligros aparentes, vehículos implicados y su estado, acción del conductor, maniobras realizadas, infracciones, circunstancias psicofísicas y

administrativas, etc. Con los datos de localización, frecuencia y consecuencias del accidente se identificarán tramos donde éstos se concentran, mientras que los referentes a la vía, vehículo y usuario y el análisis de las características de la vía permitirán determinar las causas que los han provocado. Conocidas las causas se proyectarán y ejecutarán las mejoras y se evaluará el resultado de las actuaciones siguiendo la evolución del riesgo de accidentes.

Un elemento auxiliar fundamental para la planificación de la seguridad vial son las bases de datos informáticas, que deben incluir información codificada sobre las características y tramificación de la red, los datos de los accidentes registrados y su localización y los correspondientes a los volúmenes de tránsito. Esta información deberá estar referida a un sistema común, habitualmente constituido por la kilometración de la red.

2.- Consideraciones generales

Los factores que intervienen en la ocurrencia de accidentes son: el usuario, la vía y su entorno y el vehículo. La causa del accidente puede ser la conjunción de los tres factores o cualquier combinación entre los mismos. Estudios realizados en países desarrollados, pusieron de manifiesto que el factor humano participaba en el 85 % de los accidentes aproximadamente, la carretera y su entorno asociada al usuario en el 28 % y el vehículo en el 6,5 %. Es decir que, si bien el error humano es el componente de mayor responsabilidad, la mejora de las características de la infraestructura y vehículos pueden contribuir a reducir las situaciones de conflicto y, en consecuencia, los accidentes.

Según sus consecuencias los accidentes se dividen en accidentes sólo con daños materiales y accidentes con víctimas. Dentro del último grupo se destaca el de accidentes mortales, que por supuesto es el más importante. La ONU (OMS) considera persona muerta en accidente a la que fallece hasta 30 días después del mismo.

Cuando el seguimiento del estado de los heridos, por lo oneroso del mismo, se realice hasta las 24 hs. posteriores al accidente, se debe incrementar el número de muertos hasta ese momento mediante un factor de corrección igual a 1,3; mientras que, de no realizarse seguimiento, el número de muertos en el momento del accidente se debe duplicar. Estos

factores de corrección se aplican con el objeto de hacer homogéneos los valores con los de 30 días.

El estudio se realiza a partir de los siguientes índices:

- * Número absoluto de accidentes registrados a lo largo de un año.
- * Índice de peligrosidad: Se define como Índice de Peligrosidad en un tramo, itinerario o red al número de accidentes con víctimas por cada cien millones de vehículos-kilómetros recorridos por año en ese tramo, itinerario o red.

$$IP = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes c/victimas por año} * 10^8 (\text{veh.km})}{\text{Volumen anual (veh.)} * \text{Longitud del tramo (km)}}$$

- * Índice de mortalidad: De forma análoga al anterior, se define como tal al número de muertos por cada cien millones de veh-km recorridos por año en un tramo determinado. Es indicativo de la gravedad de los accidentes.

$$IM = \frac{N^{\circ} \text{ de muertos por año} * 10^8 (\text{veh.km})}{\text{Volumen anual (veh.)} * \text{Longitud del tramo (km)}}$$

El Índice de peligrosidad en una intersección se define como el número de accidentes con víctimas producidos en un año en la intersección o en su proximidad inmediata, multiplicado por 10^8 y dividido por el número de vehículos que han pasado durante el año por la carretera principal de la intersección. El índice de mortalidad se define análogamente.

El índice de peligrosidad depende de las siguientes componentes:

- * Comportamiento de los usuarios.
- * Prestaciones de los vehículos.
- * Características de la carretera y su entorno.
- * Características del tránsito.
- * Factores aleatorios.

Para disminuir la componente aleatoria se tiende a alargar el período de análisis considerado.

Las características de la carretera y su entorno determinan lo que podríamos llamar riesgo intrínseco asociado al tramo en las condiciones existentes. A igualdad de las otras componentes, el riesgo intrínseco varía en función de las siguientes características:

Tipología de la carretera (Autopista, Autovía, Vía Rápida, Ruta Convencional). Zona (urbana, interurbana, intersección, fuera de intersección).

Rangos de volúmenes de tránsito, que dependen del tipo de vía. A medida que el volumen de tránsito aumenta, el Índice de Peligrosidad disminuye, no obstante, dentro de determinados rangos, que dependen del tipo de vía, se puede considerar prácticamente constante.

En base a las características enunciadas anteriormente, es posible definir grupos de tramos homogéneos en cuanto a su nivel de seguridad. La consideración de un tramo como peligroso se basará, pues, en su comparación con tramos de características similares en cuanto a la seguridad vial.

En países desarrollados se han elaborado distintos procedimientos estadísticos para la determinación del “valor normal” del riesgo intrínseco en cada grupo de tramos homogéneos. En función del mismo, para cada conjunto se establece un valor crítico a partir del cual se estima que el Índice de Peligrosidad es significativamente elevado y responde a una desviación del riesgo intrínseco del tramo respecto del normal. Por otra parte, deduciendo de (1), puede expresarse:

$$ACV=IP \times \text{Volumen Anual}/108$$

De donde, la alta accidentalidad puede obedecer a cualquiera de los dos factores y, por lo tanto, las medidas que tienden a reducir la siniestralidad pueden actuar sobre uno u otro o sobre ambos.

En tramos con bajo volumen de circulación el índice de peligrosidad da valores excesivamente elevados aún con un solo accidente. En estos casos, en la identificación de

tramos de concentración de accidentes, se tendrá en cuenta también el número absoluto de accidentes. Cuando el volumen de circulación sea excesivamente elevado, aún con un Índice de Peligrosidad bajo, la cantidad de accidentes con víctimas puede resultar inadmisibles para una vía de características dadas. En este caso el índice de comparación a utilizar será el número absoluto de accidentes.

3.- Metodología

a) Datos de Partida:

- * Características de la red: Tipología, zona
- * Datos de tránsito: T.M.D.A. ó T.M.A.

(Ambos referidos a las progresivas kilométricas y de actualización anual)

Relevamiento sistemático de accidentes, mediante el parte de accidentes:

b) Identificación de tramos de concentración de accidentes:

- * Con los datos de características de la vía, tránsito y, frecuencia, localización y consecuencias de accidentes, confección de la siguiente planilla anual.

Tramos de 1 KM.

Año:

Ruta	Tramo	Tipología	Zona	T.M.A.	T.M.D.A.	ACV	Muertos	I.P.	I.M.
------	-------	-----------	------	--------	----------	-----	---------	------	------

Nota:

Se incluirán todas las rutas pertenecientes a la red en estudio, divididas en tramos de 1km de longitud. Tipología: Autopista, autovía, vía rápida, ruta convencional.

Zona: Urbana, interurbana.

ACV: Número de accidentes con víctimas ocurridos en el tramo en el año considerado.

No incluirá accidentes ocurridos en intersecciones.

Muertos: Número de muertos en accidentes en el tramo en el mismo año.

$$IP = \text{Índice de Peligrosidad} = \frac{(ACV * 10^8)}{\text{Volumen Anual}}$$

$$IM = \text{Índice de Mortalidad} = \frac{(\text{Muertos} * 10^8)}{\text{Volumen Anual}}$$

En los años sucesivos se consignarán los I.P. o I.M. promedio de los años anteriores al estudio, hasta un máximo de 5 años.

Cuando a lo largo del período considerado se hayan producido modificaciones sensibles en las características físicas o del tránsito del tramo se considerará el IP (o IM) promedio del período en que el tramo haya permanecido con su configuración actual.

Intersecciones

Año:

Ruta	Tramo	Prog	Intersección con	T.M.A.	T.M.D.A.	ACV	Muertos	I.P.	I.M.
------	-------	------	---------------------	--------	----------	-----	---------	------	------

$$IP = \frac{\text{ACV en la intersección o en su proximidad inmediata} * 10^8}{\text{Volumen anual en la ruta principal de la intersección}}$$

$$IM = \frac{\text{Nº de muertos en accid. en la inters. o en su prox. inmediata} * 10^8}{\text{Volumen anual en la ruta principal de la intersección}}$$

- * Se identificarán como tramos de concentración de accidentes, aquellos en que se verifiquen las condiciones contenidas en la siguiente tabla:

Tipología	Zona	Rangos T.M.D.A. (veh./día)	Condiciones por tramo de 1 km.
Autopista	Llana	>80.000	IP>30 o ACV/año >9
Autovías	Ondulada	>40.000 y <80.000	IP>35 o ACV/año >5
Vía Rápida	Montañosa	<40.000	IP>40 o ACV/año >3
Ruta Convencional	Urbana o rural llana, ondulada o montañosa	>7.000	IP>70 o ACV/año >3
		<7.000	IP>100 o ACV/año >3

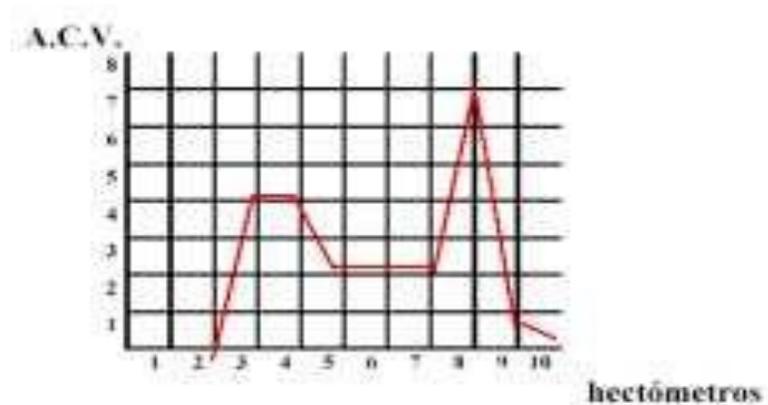
El índice de mortalidad permitirá detectar la gravedad de los accidentes.

c) Análisis de las causas de accidentes.

Identificados los tramos de concentración de accidentes, en cada uno de ellos se estudiarán las causas que los han provocado en base al siguiente procedimiento:

- * Se realiza una distribución geográfica de accidentes por hm.

Ejemplo



- * Se realiza una representación en planta de todos los accidentes ocurridos en un año en un tramo de 1 km, utilizando los siguientes símbolos:
- * Se estudian las características de la vía a lo largo del tramo y los partes de accidentes tratando de encontrar las causas que los han provocado. La alta accidentalidad puede obedecer a las siguientes causas: Comportamiento del usuario y prestaciones de los vehículos: Estas componentes no son modificables, en principio, mediante actuaciones sobre la infraestructura Características de la infraestructura y su entorno: Se proyectarán las mejoras adecuadas.

Características del tránsito: Si la causa es el alto volumen de circulación se podrá actuar sobre la vía aumentando su capacidad.

Si además del alto volumen de circulación coexisten tránsito urbano e interurbano, se analizará la necesidad de proyectar otra carretera para separar ambos tipos de tránsito.

Causas fortuitas: Si la alta accidentalidad obedece a causas fortuitas (distracción o sueño del conductor, reventón de un neumático, rotura de la dirección, etc.) el tramo se descarta como peligroso.

d) Mejora de tramos peligrosos.

Las actuaciones pueden clasificarse en dos categorías:

* Medidas de seguridad primarias: Cuyo objetivo es la supresión de los factores de riesgo ligados a las características de la vía y su entorno.

* Medidas de seguridad secundarias: Tendientes a disminuir la gravedad de los accidentes en el caso que éstos lleguen a producirse, independientemente de cuál sea el factor que los origina.

Con el objeto de aportar más elementos para el análisis, la siguiente planilla presenta un conjunto de factores denominados FACC (factor de accidente), que representan el grado de peligrosidad por la situación contemplada. Estos valores provienen de estadísticas internacionales.

Las mejoras se efectuarán después del análisis exhaustivo de la situación teniendo en cuenta:

- * La jerarquía vial.
- * La función de la vía.
- * El entorno social.
- * El medio atravesado.

e) Actuaciones preventivas.

Los programas de seguridad vial deberán incluir no sólo actuaciones en tramos en los que se ha detectado una acumulación de accidentes, sino que deberán poner en marcha también actuaciones destinadas a eliminar tramos potencialmente peligrosos y a homogeneizar las características de los itinerarios.

f) Evolución del riesgo de accidentes.

Anualmente se determinarán el número total de accidentes y los índices medios de peligrosidad en los siguientes grupos de tramos:

- * Por ruta.
- * Por grupos de tramos homogéneos en cuanto a la seguridad vial.
- * Globales en la red.

La evolución del riesgo de accidentes deberá efectuarlo tanto el titular de la vía como el Ente que explote una vía o red vial mediante una Concesión. Deberá llevar un inventario actualizado en forma permanente.

La evolución del riesgo de accidentes permitirá establecer un orden de prioridad en las actuaciones, además de generar las series de datos propios que harán posible las comparaciones entre las distintas vías en función de las actuaciones realizadas, tanto sobre la infraestructura vial como sobre el usuario y el parque automotor.

Autores:

Ings. BERARDO, María Graciela; BARUZZI, Alejandro; VANOLI, Gustavo; FREIRE, Rodolfo; TARTABINI, Mauro; DAPÁS, Oscar

(Cátedra Transporte II – FCEF y N. - Universidad Nacional de Córdoba) Dirección:

Arturo M. Bas 309, (5.000) Córdoba – República Argentina Tel/Fax: 0054- 351-

4685079

e-mail: tberardo@arnet.com.ar

IDENTIFICACIÓN DE “TCA” SEGÚN MÉTODO DEL TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) (EEUU).

Cuatro son las técnicas de análisis utilizadas:

1. Método del número de accidentes
2. Método de la tasa de accidentes
3. Método del número – tasa
4. Método del control de calidad de la tasa.

Los métodos 1 y 2 son bastante simples y rápidamente adaptables a los sistemas de rutas pequeños. Los requerimientos de datos son mínimos, la recopilación de datos es simple y los análisis pueden realizarse en forma manual.

Los métodos 3 y 4 se recomiendan para los sistemas más grandes, con mayores volúmenes de tránsito y variaciones de flujos de tránsito de mayor amplitud.

Criterios para Identificación de tramos de concentración de accidentes

Los análisis que se describen en este apartado están orientados a la identificación de TCA. En estos se utilizarán unidades de medida específicas, según se describe en la Tabla 9.

Tabla 9. Unidades de medida para cada método de análisis de accidentes.

Criterio	Método del Nº de accidentes	Método de la tasa de accidentes	Método del Nº tasa	Método del control de calidad de la tasa
Tramos: Acc. por km.			X	
Accidentes por MVK (10 ⁶ veh-Km)		X	X	X
Intersecciones y sitios: Número de accidentes	X		X	
Accidentes por MV (10 ⁶ veh)		X	X	X

Fuente: Sección 1. Manual de Seguridad Vial. Dirección Nacional de Vialidad (D.N.V.)

donde:

- * Número de accidentes por kilómetro: el número de accidentes ocurridos dentro del tramo, dividido por la longitud del mismo.
- * Número de accidentes por millón de vehículos-kilómetro: el número de accidentes ocurridos en un tramo por cada millón de vehículos-kilómetro que circulan por él.

1. Método del número de accidentes

Este es el enfoque más simple y directo. Todos los accidentes se registran, consignándose su ubicación y el período de tiempo durante el cual han ocurrido.

La simplicidad de este enfoque se justifica si los volúmenes de tránsito son pequeños. No habrá muchos accidentes y se encontrarán pocos agrupamientos de estos. Pero cuando aparecen los agrupamientos, habrá una base objetiva para la investigación destinada a determinar si algún elemento del camino puede ser la causa de los mismos.

Para aplicar el método a un camino rural, debe subdividirse el mismo en tramos homogéneos de igual longitud (1 Km, por ejemplo) asignando a cada tramo la cantidad de eventos registrados, de esta manera se obtiene la cantidad de accidentes por kilómetro del tramo. Seguidamente, se define para tramos homogéneos (mismo tipo de vía y tránsito) el valor promedio de los siniestros. Por último, puede considerarse tramo de concentración de accidentes a aquel tramo cuya cantidad de accidentes por kilómetro sea superior a la media de la vía más un desvío representado a través un coeficiente de mayoración.

$$N_i = \frac{\text{Número de accidentes en el tramo } i}{\text{Longitud del tramo } i} \quad (1)$$

$$N_m = \frac{\sum \text{Accidentes en tramos homogéneos}}{\sum \text{Longitud en tramos homogéneos}} \quad (2)$$

Un tramo será considerado TCA cuando se cumpla que:

$$N_i \geq k * N_m ; \text{ Con } k \geq 1$$

K: factor de mayoración; para aproximaciones iniciales se recomienda ajustarlo en 2.

2. Método de la tasa de accidentes

A dos ubicaciones que registren el mismo número de accidentes no debiera atribuírsele idéntica peligrosidad si una de ellas duplica a la otra en cuanto a volumen de tránsito se refiere. El método de la Tasa de Accidentes considera esta variable. Además de la información básica sobre los accidentes y sus ubicaciones, se debe conocer los volúmenes de tránsito en todas éstas; y se debe, asimismo, estar en condiciones de calcular, a los efectos de realizar comparaciones con las ubicaciones específicas, las tasas de accidentes correspondientes al sistema vial en conjunto.

El método de la tasa de accidentes comprende los siguientes pasos:

- a) Ubicación de los accidentes en mapas de accidente.
- b) Identificación del número de accidentes ocurridos, en el período de análisis y en cada tramo pre-establecido.
- c) Cálculo de la tasa de accidentes real de cada tramo, en correspondencia con el período de análisis.

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo}}{\text{TMDA} * \text{N}^\circ \text{ de días} * \text{Long. del tramo}} * 10^6 \quad (3)$$

- d) Se define la tasa media del sistema (T_m) de igual manera que la tasa del tramo, pero considerando la sumatoria de los accidentes, el tránsito medio y la longitud total del camino en estudio.

$$T_m = \frac{\sum_{\text{Accidentes}}}{\text{TPDA}_{\text{medio}} * \text{N de días} * \text{Longitud del tramo}} * 10^6 \quad (4)$$

- e) Selección de los valores de las tasas de accidentes indicativos de peligrosidad. Se considera práctico y realista adoptar un valor de aproximadamente el doble de la tasa media correspondiente al sistema en conjunto.
- f) Si la tasa real en un lugar excede el valor mínimo establecido, se lo considera como peligroso y se lo incluye en la lista para la posterior investigación y análisis.

El propósito del valor mencionado en el paso (e) es controlar el tamaño de la lista de lugares por investigar; si el valor es grande, la lista será breve; y si es pequeño la lista será más extensa. La experiencia indicará a cada organismo el nivel apropiado.

3. Método del número - tasa

El método del número-tasa es aplicable a todos los sistemas de caminos, cualquiera sea su magnitud o la variación de los volúmenes de tránsito.

En la identificación de lugares peligrosos, es importante asegurarse de que la ocurrencia de accidentes en los lugares definidos como tales sea en realidad anormalmente alta. Uno de los riesgos que se corre al confiar sólo en números y tasas de accidentes es que las cifras pueden conducir a error cuando los volúmenes de tránsito varían a lo largo de una gama de valores amplia.

Un lugar con un número elevado de accidentes, o de accidentes por kilómetro, puede parecer peligroso. Pero si el volumen de tránsito es en él excepcionalmente grande, la tasa de accidentes puede no ser anormal.

El método se basa en el concepto de que, si tanto el número y la tasa de accidentes de un lugar superan en mucho al promedio, se puede tener una razonable certeza de estar ante un registro anormal de accidentes. Además, el método separa por tipo de caminos, (N° de carriles, etc.), tipo de zona (rural o urbana) y control de accesos.

Los requerimientos de datos básicos comprenden: Período de tiempo, ubicación de los accidentes, longitud de tramos, volúmenes de tránsito y categorías de caminos

Además, requiere establecer la ocurrencia media de accidentes correspondientes a cada categoría de calle o camino, por lo que debe calcularse el Número medio de accidentes por kilómetro (N_m) así como el número medio de accidentes por millón de vehículos-kilómetro (es decir la tasa media T_m).

El método define como tramo de concentración de accidentes, a aquellos tramos cuya ocurrencia de eventos sea considerablemente mayor que la media, es decir cuyos números y tasas de accidentes superen – ambos – los valores límite, serán considerados peligrosos. Luego se tiene que para calcular la frecuencia de accidentes por kilómetro se procede de la siguiente manera:

$$N_i = \frac{\text{Número de accidentes en el tramo } i}{\text{Longitud del tramo } i} \quad (5)$$

$$N_m = \frac{\sum \text{Accidentes en tramos homogéneos}}{\sum \text{Longitud en tramos homogéneos}} \quad (6)$$

La tasa de accidentes de un tramo i cualquiera se calcula de la siguiente manera

$$T_i = \frac{\text{Numero de Accidentes}}{\text{TPDA} * \text{N de días} * \text{Longitud del tramo}} * 10^6 \quad (7)$$

Se define la tasa media del sistema de igual manera que la tasa del tramo, pero considerando la sumatoria de los accidentes, el tránsito medio y la longitud total del camino en estudio.

$$T_m = \frac{\sum_{\text{Accidentes}}}{\text{TPDA}_{\text{medio}} * \text{N de días} * \text{Longitud del tramo}} * 10^6 \quad (8)$$

El método del número-tasa considera que un tramo es peligroso (TCA) cuando:

$$N_i = k_N * N_m \wedge T_i \geq k_T * T_m$$

4. Método del control de calidad de la tasa

El método de control de calidad de la tasa, que es aplicable a toda la gama de volúmenes de tránsito y a los distintos tipos de vía, debe su nombre a que controla la calidad de los análisis aplicando “tests” estadísticos para determinar si la tasa de accidentes de un lugar en particular es inusual, con relación a una tasa media predeterminada correspondiente a lugares de características similares. Los “tests” que se aplican se basan en la hipótesis comúnmente aceptada que supone el ajuste de los accidentes a la distribución de Poisson, entonces se tiene que:

$$P(n) = \frac{e^{-\lambda m} * (\lambda m)^n}{n!} \quad (9)$$

Donde:

$P(n)$ =probabilidad de que ocurran n accidentes en un sitio dado durante un período de tiempo determinado

Λ =tasa de accidentes esperada (en accidentes por MVK)

m =Cantidad de tránsito en el lugar durante el período de análisis, (en MVK)

El objetivo del método es encontrar dentro de esta distribución aquel valor de “n” para el cual la probabilidad de ocurrencia es particularmente baja (menor al 5%), buscando con ello que los tramos detectados como peligrosos no sean producto del azar, sino de un defecto importante en la vía que contribuya a la inusual concentración de accidentes.

Para su aplicación práctica debe establecerse un límite superior de control de la probabilidad de ocurrencia de accidentes, es decir la probabilidad de que un tramo registre mayor o igual cantidad de siniestros que el valor de control, esto puede calcularse como sigue:

$$P(X \geq U) = P \quad (10)$$

Donde:

X: número observado de accidentes

U: límite superior de control

P: probabilidad límite predefinida

El límite crítico, o límite superior de control puede ser calculado a partir de las tablas para la distribución de Poisson, sin embargo, esto resulta trabajoso y poco práctico.

En la práctica, el límite crítico del sistema se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$P = \lambda + k * \sqrt{\frac{\lambda}{m} + \frac{0.5}{m}} \quad (11)$$

El criterio adoptado para establecer la peligrosidad de un lugar, se basa en calcular para cada tramo en estudio, una tasa de accidentes crítica. Aquellos tramos cuyas tasas superen a la crítica, serán considerados tramos de concentración de accidentes.

La tasa crítica se determina estadísticamente, en función de la tasa media de accidentes del sistema vial en conjunto, correspondiente a la categoría de vía que se trate, y el tránsito del lugar en estudio y se calcula de la siguiente manera:

$$T_{c_i} = T_m + k * \sqrt{\frac{t_m}{t_i} + \frac{0.5}{t_i}} \quad (12)$$

Los primeros dos elementos de la ecuación resultan de la aproximación Normal a la ecuación de Poisson, mientras que el tercer elemento sirve como factor de corrección ya que la distribución de Poisson es discreta mientras que la Normal es continua. donde:

T_{c_i} : Tasa crítica de accidentes para el tramo i , en millón de veh – km (MVK)

T_m : Tasa media de accidentes del sistema vial en conjunto, correspondiente a la categoría de la vía en estudio, expresada en MVK

$$T_m = \frac{\sum_{\text{Accidentes}}}{\text{TPDA}_{\text{medio}} * \text{N de días} * \text{Longitud del tramo}} * 10^6 \quad (13)$$

$$t_i = \frac{\text{TPDA} * \text{N de días} * \text{Longitud del tramo } i}{10^6} \quad (14)$$

t_i =Cantidad de tránsito en el lugar durante el período de análisis, expresado en MVK

K =Constante que determina el nivel de confianza en que las tasas de accidentes superiores a la tasa crítica no son producto del azar. Se considera deseable un nivel de confianza del 95%, que se consigue con un valor de k igual a 1,645. En la práctica, sin embargo, se sugiere utilizar un valor inicial de k igual a 1,5.

El método considera peligroso a aquel tramo cuya tasa de accidentes sea mayor o igual que la tasa crítica del sistema.

Entonces existe un TCA solo si:

$$T_i \geq T_c$$

Con

$$T_i = \frac{\text{Número de Accidentes}}{\text{TPDA} * \text{N de días} * \text{Longitud del tramo}} * 10^6 \quad (15)$$