

ANEXO 1.

METODOLOGIA ESTUDIO DEL VOLUMEN DE TRANSITO

METODOLOGÍA

En la práctica se realizaron las siguientes actividades para la obtención de datos:

Se inicia con una visita para conocer el sitio de manera visual y así tener claridad del lugar a estudiar.

A continuación, se realiza el diseño de los formatos para la recolección de datos, así como la fecha y horarios del conteo.

Finalmente, una vez obtenida la información en campo, se procede a su procesamiento mediante el uso de hojas electrónicas para efectuar el análisis correspondiente a los resultados arrojados.

Método de conteo

Para la elaboración del estudio, se empleó el conteo manual, el cual emplea personal de campo para la toma de datos.

La Figura 1, brinda una ilustración de los formatos utilizados en campo, que hace posible las clasificaciones esperadas en el estudio.

Periodo de conteo

Este estudio se realizó durante el mes de febrero de 2020, tomando tres días de la semana, eligiendo dos días típicos (martes y jueves) y un día atípico (sábado), el periodo de diseño no debe comprender condiciones en las que se presentan eventos especiales.

Veamos a continuación, las fechas de ejecución de los aforos:

Día típico de Aforo: jueves 13 de febrero de 2020.

Día típico de Aforo: martes 18 de febrero de 2020

Día atípico de Aforo: sábado 22 de febrero de 2020

Condiciones climáticas

Para el día martes y jueves el día estuvo soleado, el día sábado se presentaron lluvias alrededor de las 5 de la tarde.

Horario de aforos

Inicio 6:00 horas

Fin 22:00 horas

Para un total de 16 horas de aforo ininterrumpido, en periodos de 15 minutos.

PERIODO: 15min		AUTO	BUS
06:00	06:15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06:15	06:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06:30	06:45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06:45	07:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07:00	07:15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07:15	07:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07:30	07:45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07:45	08:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 1. Formato usado para la toma de datos en el conteo vehicular.

PERIODO .15mín		MOTO	CAMION	
			CAMION PEQUEÑO	CAMION GRANDE
06:00	06:15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06:15	06:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06:30	06:45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06:45	07:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07:00	07:15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07:15	07:30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07:30	07:45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07:45	08:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 2. Formato usado para la toma de datos en el conteo vehicular.

Movimientos estudiados

Para la clasificación de los aforos se tienen en el sector tres movimientos:

Movimiento 1: Vehículos en sentido OCCIDENTE-SUR, se desplazan por la Carrera 14 e ingresan por el desvío a la calle 17.

Movimiento 2. Vehículos en sentido NORTE-SUR, se desplazan por la calle 17.

Movimiento 3. Vehículos en sentido OCCIDENTE-SUR, se desplazan por la Carrera 15 e ingresan a la calle 17.

En las Figuras 2, 3 y 4, se muestran gráficamente los movimientos que se encontraban igualmente esquematizados en los formatos de campo.



Figura 3. Esquematización de movimiento 1



Figura 4. Esquematización de movimiento 2.



Figura 5. Esquematización de movimiento 3.

Composición vehicular

Para la elaboración de los conteos de clasificación, se tuvo en cuenta la siguiente caracterización vehicular:

Autos: Corresponden a vehículos livianos de 4 ruedas, menor a 5 toneladas, se incluyen vehículos de servicio público (Taxis), automóviles particulares, microbuses, motocicletas de cuatro ruedas o de tres con espacio para carga, camperos y camionetas pequeñas.

Buses: Incluye buses y busetas de servicio público y particular, mayor a 5 toneladas.

Motos: Corresponde a vehículos de dos ruedas, con motor eléctrico o motor de combustión interna, que hacen posible su propulsión para el desplazamiento.

Camiones: Corresponden a todos los vehículos de carga de más de cuatro ruedas, mayor a 5 toneladas. No se tendrá en cuenta la clasificación de sus ejes ya que el objetivo del estudio no es la búsqueda de variables para diseño de pavimento, sino la verificación del comportamiento del tránsito vehicular.

Factores de equivalencia

Con el fin de hacer posible la unificación y la facilidad de procesamiento de los datos, todos los vehículos aforados se pasan a un auto de diseño equivalente comúnmente conocido como ADES. Este factor tiene que ver con la ocupación de espacio por el tipo de vehículo y su facilidad de maniobrar, así, por ejemplo, siendo la medida patrón el auto liviano que equivale a la unidad (1), un bus ocupa el doble de espacio de un vehículo liviano, por lo cual, se asume el valor de Dos (2). La Tabla 1, muestra los valores de equivalencia asumidos para el presente estudio. Una vez se aplican los factores de equivalencia a los diferentes tipos de vehículos, la unidad será Vehículo-Mixto.

Tabla 1. Factores de equivalencia usados en el estudio.

TIPO DE VEHICULO	FACTOR DE EQUIVALENCIA (ADES)
<i>MOTO</i>	<i>0.5</i>
<i>AUTO</i>	<i>1.0</i>
<i>BUS</i>	<i>2.0</i>
<i>CAMION</i>	<i>2.3</i>

Fuente: Elaboración propia tomado de (Board, 2000).

ANEXO 2.

***REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTUDIO DEL
VOLUMEN DE TRÁNSITO.***

CALLE 17

Esta vía es de una sola calzada y sentido único, cuenta con dos carriles, hasta llegar al semáforo, luego que sobrepasa la intersección, se unen los vehículos procedentes de la carrera 14 y 15, y tornan 3 carriles en sentido único (Fotografías 1 y 2).



Fotografía 1, Vista general de la calle 17. (Archivo propio). Flujo norte a sur



Fotografía 2, Vista general de la calle 17. (Archivo propio). Flujo norte a sur

CARRERA 14

Esta vía es de una sola calzada y sentido único, cuenta con dos carriles, vehículos procedentes de la carrera 14 (avenida ferrocarril) que toman la calle 17. (Fotografías 3 y 4).



Fotografía 3, Vista general de la carrera 14. (Archivo propio).



Fotografía 4, Vista general de la carrera 14. (Archivo propio).

CARRERA 15

Esta vía es de una sola calzada y sentido único, cuenta con dos carriles, vehículos procedentes de la avenida Belalcázar toman el desvío de la calle 18 para llegar a la carrera 15 y giran para tomar hacia el sur la calle 17. (Fotografía 5).



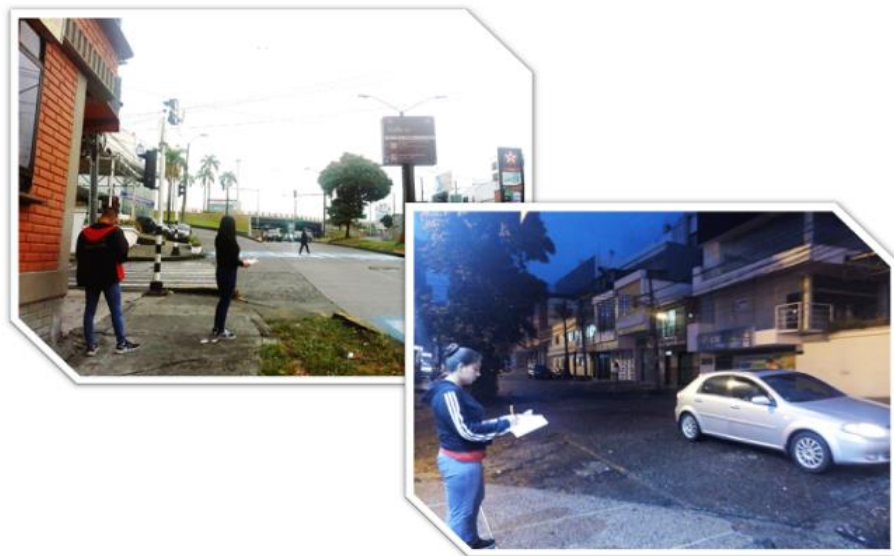
Fotografía 5, Vista general de la carrera 15. (Archivo propio).

AFORO VEHICULAR



Fotografía 6. Personal de apoyo realizando labor de aforo vehicular.

(Archivo propio: 13 de febrero).



Fotografía 7. Personal de apoyo realizando labor de aforo vehicular.

(Archivo propio: 18 de febrero).



Fotografía 6. Personal realizando labor nocturna de aforo vehicular

(Archivo propio: 22 de febrero).

ANEXO 3.

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS EN

CAMPO.

Tabla 1. Resumen de datos recolectados en campo Movimientos 1, día típico.

Hora inicial	Hora final	MOTO	AUTO	BUS	CAMION	TOTAL ADES
6:00:00	6:15:00	16	26	11	2	61
6:15:00	6:30:00	14	27	13	1	62
6:30:00	6:45:00	20	37	12	1	73
6:45:00	7:00:00	20	46	11	1	80
7:00:00	7:15:00	21	62	14	2	105
7:15:00	7:30:00	20	54	16	2	101
7:30:00	7:45:00	21	66	18	3	119
7:45:00	8:00:00	26	52	8	0	81
8:00:00	8:15:00	23	71	16	1	117
8:15:00	8:30:00	32	71	16	5	131
8:30:00	8:45:00	32	63	11	2	106
8:45:00	9:00:00	32	68	17	4	127
9:00:00	9:15:00	29	71	14	3	120
9:15:00	9:30:00	39	93	14	3	147
9:30:00	9:45:00	36	78	13	2	127
9:45:00	10:00:00	36	78	13	3	129
10:00:00	10:15:00	41	78	11	3	127
10:15:00	10:30:00	38	91	13	2	141
10:30:00	10:45:00	32	77	11	4	124
10:45:00	11:00:00	46	92	15	4	154
11:00:00	11:15:00	45	86	10	3	135
11:15:00	11:30:00	42	90	12	1	137
11:30:00	11:45:00	51	109	14	2	167
11:45:00	12:00:00	54	103	11	3	159
12:00:00	12:15:00	66	106	8	1	157
12:15:00	12:30:00	67	122	9	1	176
12:30:00	12:45:00	38	102	15	3	158
12:45:00	13:00:00	45	94	9	2	139
13:00:00	13:15:00	37	94	14	3	147
13:15:00	13:30:00	47	78	10	3	128
13:30:00	13:45:00	26	60	10	1	95
13:45:00	14:00:00	35	76	11	1	118
14:00:00	14:15:00	35	99	14	1	147
14:15:00	14:30:00	37	89	9	3	132
14:30:00	14:45:00	41	83	13	3	136
14:45:00	15:00:00	40	94	13	1	142
15:00:00	15:15:00	42	98	12	2	148
15:15:00	15:30:00	56	94	12	1	148
15:30:00	15:45:00	38	89	14	1	138
15:45:00	16:00:00	47	84	10	2	132
16:00:00	16:15:00	66	89	10	1	144
16:15:00	16:30:00	51	89	16	4	156

16:30:00	16:45:00	46	89	11	2	139
16:45:00	17:00:00	40	108	14	2	161
17:00:00	17:15:00	53	110	15	1	169
17:15:00	17:30:00	66	107	9	2	163
17:30:00	17:45:00	82	101	12	3	173
17:45:00	18:00:00	80	123	11	2	190
18:00:00	18:15:00	83	101	10	1	165
18:15:00	18:30:00	72	114	11	1	174
18:30:00	18:45:00	68	111	17	1	181
18:45:00	19:00:00	53	103	9	2	152
19:00:00	19:15:00	44	92	12	2	143
19:15:00	19:30:00	41	80	11	1	125
19:30:00	19:45:00	68	28	11	2	89
19:45:00	20:00:00	39	62	7	1	98
20:00:00	20:15:00	43	52	8	1	92
20:15:00	20:30:00	39	48	9	1	88
20:30:00	20:45:00	39	40	8	1	78
20:45:00	21:00:00	21	39	5	1	62
21:00:00	21:15:00	33	37	5	0	64
21:15:00	21:30:00	28	34	6	0	60
21:30:00	21:45:00	19	30	4	0	48
21:45:00	22:00:00	20	24	4	0	42

Fuente: Esquematización propia

Tabla 2. Resumen de datos recolectados en campo Movimientos 2, día típico.

Hora inicial	Hora final	MOTO	AUTO	BUS	CAMION	TOTAL ADES
6:00:00	6:15:00	128	124	18	11	249
6:15:00	6:30:00	150	140	17	14	281
6:30:00	6:45:00	243	233	22	8	417
6:45:00	7:00:00	297	211	14	18	429
7:00:00	7:15:00	242	188	25	12	387
7:15:00	7:30:00	236	245	17	11	422
7:30:00	7:45:00	219	217	17	12	388
7:45:00	8:00:00	263	251	17	12	444
8:00:00	8:15:00	212	200	15	18	377
8:15:00	8:30:00	201	217	15	16	384
8:30:00	8:45:00	155	191	13	13	324
8:45:00	9:00:00	170	191	12	16	337
9:00:00	9:15:00	144	178	11	14	304
9:15:00	9:30:00	128	164	11	14	282
9:30:00	9:45:00	155	192	10	16	326
9:45:00	10:00:00	146	189	15	17	331

10:00:00	10:15:00	143	188	14	15	322
10:15:00	10:30:00	129	176	13	13	296
10:30:00	10:45:00	125	193	14	12	311
10:45:00	11:00:00	129	195	12	15	318
11:00:00	11:15:00	133	178	11	14	299
11:15:00	11:30:00	133	199	11	14	320
11:30:00	11:45:00	175	250	15	13	397
11:45:00	12:00:00	154	241	17	10	375
12:00:00	12:15:00	224	301	11	11	460
12:15:00	12:30:00	240	309	13	9	476
12:30:00	12:45:00	189	233	10	10	371
12:45:00	13:00:00	183	243	18	14	403
13:00:00	13:15:00	140	203	13	9	320
13:15:00	13:30:00	160	231	11	13	363
13:30:00	13:45:00	178	223	13	10	361
13:45:00	14:00:00	204	225	10	6	361
14:00:00	14:15:00	183	259	16	11	408
14:15:00	14:30:00	206	214	18	9	374
14:30:00	14:45:00	178	225	17	11	373
14:45:00	15:00:00	179	193	15	8	331
15:00:00	15:15:00	163	238	20	13	389
15:15:00	15:30:00	189	235	14	11	383
15:30:00	15:45:00	164	260	12	10	389
15:45:00	16:00:00	179	231	12	12	372
16:00:00	16:15:00	165	240	18	11	384
16:15:00	16:30:00	218	237	10	12	394
16:30:00	16:45:00	176	237	13	10	374
16:45:00	17:00:00	222	231	15	7	388
17:00:00	17:15:00	265	259	14	6	433
17:15:00	17:30:00	311	275	10	12	478
17:30:00	17:45:00	345	330	15	10	556
17:45:00	18:00:00	294	318	10	7	501
18:00:00	18:15:00	327	288	14	10	503
18:15:00	18:30:00	317	287	16	10	501
18:30:00	18:45:00	290	319	15	11	519
18:45:00	19:00:00	285	281	18	9	480
19:00:00	19:15:00	220	242	15	7	398
19:15:00	19:30:00	194	226	14	5	363
19:30:00	19:45:00	208	242	14	8	392
19:45:00	20:00:00	186	178	9	2	294
20:00:00	20:15:00	183	181	12	7	313
20:15:00	20:30:00	158	179	11	8	298
20:30:00	20:45:00	142	173	13	4	279
20:45:00	21:00:00	124	164	8	3	249
21:00:00	21:15:00	135	161	10	4	258
21:15:00	21:30:00	133	153	6	3	238
21:30:00	21:45:00	104	117	7	4	192

21:45:00	22:00:00	115	129	5	3	203
----------	----------	-----	-----	---	---	-----

Fuente: Esquematización propia

Tabla 3. Resumen de datos recolectados en campo Movimientos 3, día típico.

Hora inicial	Hora final	MOTO	AUTO	BUS	CAMION	TOTAL ADES
6:00:00	6:15:00	2	17	0	0	18
6:15:00	6:30:00	5	14	1	0	19
6:30:00	6:45:00	8	22	0	0	26
6:45:00	7:00:00	7	25	0	0	29
7:00:00	7:15:00	9	31	1	0	38
7:15:00	7:30:00	7	28	0	0	32
7:30:00	7:45:00	7	27	1	0	33
7:45:00	8:00:00	14	32	0	0	39
8:00:00	8:15:00	11	35	0	2	45
8:15:00	8:30:00	8	34	0	1	40
8:30:00	8:45:00	8	31	0	1	37
8:45:00	9:00:00	11	33	0	1	41
9:00:00	9:15:00	14	34	0	1	43
9:15:00	9:30:00	15	36	0	1	46
9:30:00	9:45:00	9	35	0	1	42
9:45:00	10:00:00	16	45	0	2	58
10:00:00	10:15:00	11	29	1	0	37
10:15:00	10:30:00	14	35	0	0	42
10:30:00	10:45:00	18	36	0	1	47
10:45:00	11:00:00	11	23	0	1	31
11:00:00	11:15:00	13	45	1	2	58
11:15:00	11:30:00	13	44	0	2	55
11:30:00	11:45:00	22	37	0	1	50
11:45:00	12:00:00	22	41	0	3	59
12:00:00	12:15:00	36	58	1	1	80
12:15:00	12:30:00	29	64	0	2	83
12:30:00	12:45:00	19	49	0	2	63
12:45:00	13:00:00	18	39	0	1	50
13:00:00	13:15:00	18	44	0	1	55
13:15:00	13:30:00	13	29	0	1	38
13:30:00	13:45:00	11	25	0	0	31
13:45:00	14:00:00	9	37	0	1	44
14:00:00	14:15:00	21	36	1	2	53
14:15:00	14:30:00	16	30	0	1	40
14:30:00	14:45:00	11	34	1	1	44
14:45:00	15:00:00	18	40	0	2	54
15:00:00	15:15:00	11	46	0	1	54

15:15:00	15:30:00	16	42	1	1	54
15:30:00	15:45:00	18	31	0	0	40
15:45:00	16:00:00	13	34	0	1	43
16:00:00	16:15:00	16	51	0	1	61
16:15:00	16:30:00	20	35	1	1	49
16:30:00	16:45:00	20	31	0	1	43
16:45:00	17:00:00	19	35	0	0	45
17:00:00	17:15:00	33	36	0	2	57
17:15:00	17:30:00	30	38	0	0	53
17:30:00	17:45:00	22	52	0	0	63
17:45:00	18:00:00	32	43	0	1	61
18:00:00	18:15:00	44	42	0	1	66
18:15:00	18:30:00	32	59	0	0	75
18:30:00	18:45:00	27	63	0	1	79
18:45:00	19:00:00	24	45	0	0	57
19:00:00	19:15:00	20	53	0	0	63
19:15:00	19:30:00	15	36	0	0	44
19:30:00	19:45:00	15	28	0	0	36
19:45:00	20:00:00	15	31	0	0	39
20:00:00	20:15:00	15	25	0	1	35
20:15:00	20:30:00	8	20	0	0	24
20:30:00	20:45:00	7	22	0	0	26
20:45:00	21:00:00	7	19	0	0	23
21:00:00	21:15:00	7	14	0	0	18
21:15:00	21:30:00	6	14	0	0	17
21:30:00	21:45:00	5	13	0	0	16
21:45:00	22:00:00	10	11	0	0	16

Fuente: Esquematización propia

Tabla 4. Resumen de datos recolectados en campo Movimientos 1, día atípico.

Hora inicial	Hora final	MOTO	AUTO	BUS	CAMION		TOTAL ARES
					CP	CG	
6:00:00	6:15:00	8	17	10	1	1	46
6:15:00	6:30:00	10	17	10	0	0	42
6:30:00	6:45:00	15	30	11	0	0	60
6:45:00	7:00:00	17	19	9	1	0	48
7:00:00	7:15:00	17	45	16	0	0	86
7:15:00	7:30:00	10	33	15	1	0	70
7:30:00	7:45:00	25	33	14	0	0	74
7:45:00	8:00:00	24	36	12	0	0	72
8:00:00	8:15:00	30	52	11	0	0	89
8:15:00	8:30:00	21	62	10	0	0	93
8:30:00	8:45:00	34	49	9	0	0	84

8:45:00	9:00:00	35	52	11	0	0	92
9:00:00	9:15:00	29	51	9	3	2	95
9:15:00	9:30:00	37	61	8	5	0	107
9:30:00	9:45:00	33	66	14	3	0	117
9:45:00	10:00:00	40	73	15	2	1	130
10:00:00	10:15:00	37	64	11	5	1	118
10:15:00	10:30:00	46	63	9	3	0	111
10:30:00	10:45:00	41	63	8	4	0	108
10:45:00	11:00:00	40	81	12	2	0	129
11:00:00	11:15:00	50	86	10	3	0	138
11:15:00	11:30:00	40	46	6	1	0	80
11:30:00	11:45:00	33	109	14	1	4	166
11:45:00	12:00:00	43	91	14	2	2	150
12:00:00	12:15:00	55	96	13	2	1	156
12:15:00	12:30:00	62	93	6	0	0	136
12:30:00	12:45:00	53	106	12	2	0	161
12:45:00	13:00:00	42	102	11	1	0	147
13:00:00	13:15:00	47	96	10	0	0	140
13:15:00	13:30:00	62	92	7	0	0	137
13:30:00	13:45:00	52	87	14	0	0	141
13:45:00	14:00:00	48	96	12	0	1	147
14:00:00	14:15:00	48	96	14	0	0	148
14:15:00	14:30:00	49	77	9	0	0	120
14:30:00	14:45:00	64	94	12	0	0	150
14:45:00	15:00:00	50	67	6	0	0	104
15:00:00	15:15:00	57	87	10	0	0	136
15:15:00	15:30:00	50	84	11	0	0	131
15:30:00	15:45:00	29	82	9	0	0	115
15:45:00	16:00:00	32	101	10	1	0	139
16:00:00	16:15:00	20	67	12	0	0	101
16:15:00	16:30:00	43	87	9	0	0	127
16:30:00	16:45:00	30	71	10	0	0	106
16:45:00	17:00:00	21	75	11	0	0	108
17:00:00	17:15:00	45	76	12	1	0	125
17:15:00	17:30:00	56	84	11	0	0	134
17:30:00	17:45:00	48	71	12	1	0	121
17:45:00	18:00:00	34	86	12	0	0	127
18:00:00	18:15:00	32	76	7	0	0	106
18:15:00	18:30:00	32	90	8	0	0	122
18:30:00	18:45:00	42	63	9	0	0	102
18:45:00	19:00:00	35	68	5	0	0	96
19:00:00	19:15:00	34	93	9	1	0	130
19:15:00	19:30:00	37	65	14	0	0	112
19:30:00	19:45:00	49	57	6	0	0	94
19:45:00	20:00:00	29	59	7	0	0	88
20:00:00	20:15:00	25	57	6	0	0	82
20:15:00	20:30:00	26	43	8	0	0	72
20:30:00	20:45:00	26	42	6	0	0	67

20:45:00	21:00:00	23	51	4	0	0	71
21:00:00	21:15:00	23	28	3	0	0	46
21:15:00	21:30:00	18	26	4	0	0	43
21:30:00	21:45:00	13	31	3	0	1	46
21:45:00	22:00:00	13	28	1	0	0	37

Fuente: Esquematización propia

Tabla 5. Resumen de datos recolectados en campo Movimientos 2, día atípico.

Hora inicial	Hora final	MOTO	AUTO	BUS	CAMION		TOTAL ADES
					CP	CG	
6:00:00	6:15:00	106	112	20	20	2	254
6:15:00	6:30:00	141	110	13	14	0	237
6:30:00	6:45:00	158	129	15	10	1	263
6:45:00	7:00:00	183	103	19	12	1	261
7:00:00	7:15:00	177	92	16	14	1	246
7:15:00	7:30:00	151	133	14	10	0	237
7:30:00	7:45:00	203	184	14	12	0	314
7:45:00	8:00:00	230	253	17	12	1	404
8:00:00	8:15:00	198	179	11	8	1	302
8:15:00	8:30:00	137	164	20	12	1	275
8:30:00	8:45:00	169	154	14	18	0	267
8:45:00	9:00:00	175	122	11	17	1	234
9:00:00	9:15:00	121	178	13	14	1	267
9:15:00	9:30:00	113	164	12	11	1	247
9:30:00	9:45:00	134	153	12	16	1	246
9:45:00	10:00:00	148	184	14	9	2	290
10:00:00	10:15:00	156	194	15	14	2	306
10:15:00	10:30:00	101	172	14	10	1	253
10:30:00	10:45:00	122	229	14	11	1	320
10:45:00	11:00:00	137	179	16	9	1	282
11:00:00	11:15:00	157	215	15	13	1	326
11:15:00	11:30:00	133	208	11	10	2	301
11:30:00	11:45:00	128	237	16	10	4	342
11:45:00	12:00:00	161	251	18	8	1	370
12:00:00	12:15:00	241	249	18	11	1	408
12:15:00	12:30:00	257	249	11	17	2	404
12:30:00	12:45:00	253	249	12	12	2	404
12:45:00	13:00:00	219	221	9	8	0	349
13:00:00	13:15:00	236	274	20	6	0	432
13:15:00	13:30:00	207	277	21	5	1	425
13:30:00	13:45:00	227	270	11	8	2	410
13:45:00	14:00:00	234	180	11	11	2	323
14:00:00	14:15:00	241	339	20	10	0	500

14:15:00	14:30:00	233	256	11	2	1	397
14:30:00	14:45:00	242	305	15	10	0	456
14:45:00	15:00:00	230	256	8	8	2	391
15:00:00	15:15:00	209	319	17	9	2	462
15:15:00	15:30:00	217	278	14	4	1	417
15:30:00	15:45:00	155	317	17	9	2	433
15:45:00	16:00:00	63	180	9	4	2	234
16:00:00	16:15:00	76	159	8	1	1	215
16:15:00	16:30:00	108	204	11	6	1	282
16:30:00	16:45:00	68	178	15	4	1	244
16:45:00	17:00:00	103	252	24	8	1	354
17:00:00	17:15:00	173	275	31	2	0	424
17:15:00	17:30:00	211	272	18	9	0	414
17:30:00	17:45:00	162	273	13	9	0	380
17:45:00	18:00:00	165	273	14	7	1	386
18:00:00	18:15:00	188	261	11	4	0	377
18:15:00	18:30:00	170	261	17	1	1	382
18:30:00	18:45:00	176	288	12	7	2	404
18:45:00	19:00:00	178	280	21	3	0	411
19:00:00	19:15:00	181	272	9	2	1	383
19:15:00	19:30:00	189	278	16	2	2	409
19:30:00	19:45:00	158	298	16	5	0	409
19:45:00	20:00:00	172	246	10	5	0	352
20:00:00	20:15:00	134	273	11	8	0	362
20:15:00	20:30:00	135	212	9	2	2	302
20:30:00	20:45:00	95	219	8	0	1	285
20:45:00	21:00:00	109	226	11	8	1	305
21:00:00	21:15:00	115	195	8	4	0	269
21:15:00	21:30:00	101	160	5	3	1	223
21:30:00	21:45:00	87	182	5	1	1	238
21:45:00	22:00:00	57	176	5	2	0	215

Fuente: Esquematización propia

Tabla 6. Resumen de datos recolectados en campo Movimientos 3, día atípico.

Hora inicial	Hora final	MOTO	AUTO	BUS	CAMION		TOTAL ADES
					CP	CG	
6:00:00	6:15:00	1	15	0	0	0	16
6:15:00	6:30:00	1	6	0	0	0	7
6:30:00	6:45:00	5	12	0	1	0	17
6:45:00	7:00:00	3	13	0	0	0	15
7:00:00	7:15:00	4	14	0	0	0	16
7:15:00	7:30:00	3	8	0	0	0	10
7:30:00	7:45:00	4	19	0	1	0	21

7:45:00	8:00:00	9	31	0	0	0	36
8:00:00	8:15:00	3	32	0	2	0	34
8:15:00	8:30:00	4	17	0	1	0	19
8:30:00	8:45:00	9	22	0	0	0	27
8:45:00	9:00:00	12	26	0	2	0	32
9:00:00	9:15:00	9	38	0	0	0	43
9:15:00	9:30:00	9	22	0	0	0	27
9:30:00	9:45:00	4	26	0	3	0	28
9:45:00	10:00:00	14	26	0	0	0	33
10:00:00	10:15:00	9	34	0	0	0	39
10:15:00	10:30:00	18	37	0	1	0	46
10:30:00	10:45:00	11	37	0	0	0	43
10:45:00	11:00:00	8	50	0	0	0	54
11:00:00	11:15:00	20	44	0	2	0	54
11:15:00	11:30:00	9	30	1	0	0	37
11:30:00	11:45:00	13	31	0	1	0	38
11:45:00	12:00:00	10	28	0	1	1	35
12:00:00	12:15:00	20	52	0	2	0	62
12:15:00	12:30:00	35	52	0	2	0	70
12:30:00	12:45:00	21	52	0	1	0	63
12:45:00	13:00:00	23	41	0	0	0	53
13:00:00	13:15:00	27	37	0	1	0	51
13:15:00	13:30:00	14	46	0	0	0	53
13:30:00	13:45:00	11	33	0	0	0	39
13:45:00	14:00:00	24	47	0	1	0	59
14:00:00	14:15:00	26	55	0	2	0	68
14:15:00	14:30:00	5	15	0	0	0	18
14:30:00	14:45:00	9	35	0	0	0	40
14:45:00	15:00:00	14	36	0	0	0	43
15:00:00	15:15:00	12	29	0	3	0	35
15:15:00	15:30:00	9	35	0	0	0	40
15:30:00	15:45:00	5	21	0	0	0	24
15:45:00	16:00:00	3	37	0	0	0	39
16:00:00	16:15:00	3	26	0	0	0	28
16:15:00	16:30:00	7	19	0	0	0	23
16:30:00	16:45:00	6	26	0	0	0	29
16:45:00	17:00:00	8	33	0	0	0	37
17:00:00	17:15:00	6	18	0	0	0	21
17:15:00	17:30:00	13	21	0	0	0	28
17:30:00	17:45:00	6	26	0	0	0	29
17:45:00	18:00:00	8	18	0	0	0	22
18:00:00	18:15:00	15	27	0	0	0	35
18:15:00	18:30:00	11	42	0	0	0	48
18:30:00	18:45:00	10	25	0	0	0	30
18:45:00	19:00:00	10	20	0	0	0	25
19:00:00	19:15:00	11	27	0	0	0	33
19:15:00	19:30:00	10	17	0	0	0	22
19:30:00	19:45:00	9	10	0	0	0	15

19:45:00	20:00:00	7	30	0	0	0	34
20:00:00	20:15:00	9	34	0	0	0	39
20:15:00	20:30:00	3	17	0	0	0	19
20:30:00	20:45:00	3	10	0	0	0	12
20:45:00	21:00:00	4	9	0	0	0	11
21:00:00	21:15:00	4	10	0	0	0	12
21:15:00	21:30:00	2	13	0	0	0	14
21:30:00	21:45:00	3	12	0	0	0	14
21:45:00	22:00:00	6	11	0	0	0	14

Fuente: Esquematización propia

ANEXO 4.

ESTUDIO DE VELOCIDAD

ESTUDIO DE VELOCIDAD

Intersección de la calle 17 – carrera 14 y 15. Pereira. Risaralda. (Col).

INTRODUCCIÓN

Con la adquisición de datos de velocidad de recorrido, se pretende medir las características de la velocidad de un tramo específico, en este caso, se eligieron dos trayectos desde la carrera 14 y desde la calle 17, para medir la velocidad de recorrido que tienen los vehículos antes de llegar a la intersección de la calle 17 con carrera 14 pasando por el cruce en estudio y llegando a la carrera 16 bis como punto final.

La velocidad es la relación entre la distancia que recorre el vehículo y el tiempo que transcurre en hacer este recorrido, para ello se requirió registrar la velocidad de un número suficiente de vehículos, de manera que se cubra la mayor parte de los conductores, la cual debe ser tomada para que sea estudiada, regulada y controlada, donde se pueden establecer restricciones de velocidad, velocidad mínima o máxima que debe adoptar el conductor.

OBJETIVOS

Determinar la velocidad de recorrido en el tramo de la calle 17 a la carrera 16 bis.

Determinar las tendencias de velocidades del tramo: velocidad media temporal, especial.

Hallar los percentiles representativos de velocidad del tramo y comparar, con señalización existente, su coherencia.

Establecer límites mínimos y máximos de velocidad del sector.

METODOLOGÍA

Para la realización del estudio de velocidades presentado en este informe, se dio seguimiento a los siguientes pasos:

Se empieza con una visita inicial para conocer el sitio de manera visual.

Posteriormente, viene la fase de planeación del estudio, donde se pasa desde el diseño de los formatos para la recolección de datos, así como la fecha y horarios del estudio.

Finalmente, una vez obtenida la información en campo, se procesa mediante el uso de hojas electrónicas para efectuar el análisis correspondiente a los resultados arrojados.

PROCEDIMIENTO PARA ESTUDIO DE VELOCIDAD DE RECORRIDO

MÉTODO DE LAS PLACAS

El método para hacer un estudio de velocidad de recorrido por medio de las placas, es adecuado para cortas distancias y en tramos donde no existan muchas intersecciones que puedan sacar vehículos de los sitios del origen y destino ya elegidos para el estudio.

La información que se recopila de los tiempos, incluye tiempos de demoras en semáforos u otros conflictos en la ruta, por lo cual, se obtendrá resultado de la velocidad de recorrido del tramo escogido.

El tamaño requerido de la muestra, consiste solo en aquellos vehículos cuyo número de placas coinciden desde el inicio hasta el final de la ruta.

Primero:

Se selecciona la ruta que va a ser medida. Punto de inicio y punto de destino. Se hace la medición respectiva con odómetro o mediante el uso de cartografía disponible con un buen nivel de precisión.

Segundo:

Se arma por cada ruta un equipo adecuado de dos o tres personas, dependiendo de la complejidad (velocidad y volumen de tránsito que pasa por el sector). A cada persona se le entrega un cronómetro (Todos los cronómetros deberán estar sincronizados con una precisión de más o menos un segundo).

Los cronómetros para este caso, se usan en modo “reloj” para efectuar mediciones con Hora: Minuto: Segundo (H:M:S) y de esta manera, facilitar el cálculo y evitar posibles errores por manipulación accidental del cronómetro por alguna persona.

A cada persona se le entrega un formato para que haga las anotaciones correspondientes

Tercero:

Una vez verificada la sincronización de los cronómetros y de tener cada persona los formatos correspondientes, se hace el desplazamiento a los puntos de inicio y terminación previamente escogidos. La Fotografía 1, muestra personal en plena labor, localizado en los puntos elegidos para recolectar datos de las placas.

Cuando cada persona está ubicada y lista para iniciar la toma de los datos mediante una llamada telefónica o usando red de comunicación, se dan aviso para iniciar a copiar datos en los formatos respectivos. La Figura 1, muestra el formato usado para la recolección en campo de los tiempos.

Para lograr una mayor probabilidad y en virtud de la gran cantidad de vehículos que hacen paso por los puntos de origen y destino, se puede acordar solo tomar velocidades de vehículos cuyo color sea blanco y gris -por ejemplo- o placas que terminen en determinado número, etc.

En el formato, se anota la última letra y los tres números observados en cada placa de vehículo, para luego tener más facilidad en el procesamiento de los datos. Ejemplo E254, R568, etc.

Cuarto:

Con todas las anotaciones obtenidas en campo y mediante el uso de tablas de cálculos como Excel, se procede a efectuar los respectivos filtros con el fin de ubicar las coincidencias y obtener datos válidos para los análisis estadísticos respectivos.



Fotografía 1. Personal de apoyo tomando datos de velocidad de recorrido.

(Archivo propio).

DATOS DE CAMPO

ESTUDIO DE VELOCIDAD DE RECORRIDO

METODO DE LAS PLACAS

MOVIMIENTO

Distancia:


FECHA:

Hora inicio y final

LOCALIZACION CARRERA 14

Aforadores

Punto



DATOS TOMADOS EN CAMPO

#	PLACA. (Ultima letra y Numero)	HORA DE PASO. h:m:s	#	PLACA. (Ultima letra y Numero)	HORA DE PASO. h:m:s	#	PLACA. (Ultima letra y Numero)	HORA DE PASO. h:m:s
1			29			57		
2			30			58		
3			31			59		
4			32			60		
5			33			61		
6			34			62		
7			35			63		
8			36			64		
9			37			65		
10			38			66		
11			39			67		
12			40			68		
13			41			69		
14			42			70		
15			43			71		
16			44			72		
17			45			73		
18			46			74		
19			47			75		
20			48			76		
21			49			77		
22			50			78		
23			51			79		
24			52			80		
25			53			81		
26			54			82		
27			55			83		
28			56			84		

Figura 1. Formato de campo para estudios de velocidad, método de placas.

Rutas para el estudio:

Las dos rutas escogidas para el estudio de velocidad, son las siguientes:

Calle 17 entre la carrera 14 y la carrera 16 bis. Inicio: carrera 14. Fin: carrera 16 bis.

Calle 17 entre la carrera 13 y la carrera 16 bis. Inicio: carrera 13. Fin: carrera 16 bis.

Tamaño de la muestra:

Para obtener un error máximo tolerable de la media del 5% a un nivel de confianza del 95%, tomamos como referencia la Tabla 1.

Tabla 1. Tamaño mínimo de muestra recomendado para el estudio.

TIPO DE VIA	TAMAÑO DE LA MUESTRA
Arterias urbanas	
De dos carriles sin congestión	30
De dos carriles congestionados	35
De carriles múltiples sin congestión	80
De carriles múltiples congestionados	100
Carreteras Rurales	
De dos carriles sin congestión	25
De dos carriles congestionados	40
De carriles múltiples sin congestión	30

Fuente: (Berry & Green, 1949)

Para este estudio se deben tener por lo menos 35 muestras válidas.

Los formatos entregados a las personas, tienen 336 espacios para anotaciones, de esta manera se obtendrán los datos.

LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA

Movimientos estudiados:

Para el estudio de las velocidades de recorrido que tiene el sector, se estudiaron dos movimientos:

Movimiento 1. Vehículos con sentido de Flujo Occidente –sur, procedentes de la carrera 14 y que toman el desvío para la calle 17.

Distancia medida en terreno: 222.86m

Movimiento 2. Vehículos con sentido de flujo Norte –Sur, vehículos procedentes de la avenida ferrocarril y que toman la calle 17.

Distancia medida en terreno: 352.22m

En la Figura 2, se muestra la localización (movimiento 1) de puntos de referencia y el tramo seleccionado para las mediciones de campo de la velocidad de recorrido.

En la Figura 3, se especifica la ubicación de los puntos inicial y final, respectivamente (movimiento 2), de la toma de velocidades.



Figura 2. Localización del tramo seleccionado para la toma de velocidad de recorrido Movimiento 1.

Fuente: Tomado de Google Maps, adaptación propia.



Figura 3. Localización del tramo seleccionado para la toma de velocidad de recorrido Movimiento 2.

Fuente: Tomado de Google Maps, adaptación propia.

ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE RECORRIDO MOVIMIENTO 1 (MÉTODO DE PLACAS).

Horario para la toma de datos:

Marzo 12 de 2020 (jueves, día típico)

17:15 – 19:55

Marzo 14 de 2020 (sábado, día atípico)

11:25 – 13:05

Resumen de datos filtrados – movimiento 1 día típico

La Tabla 2, muestra el resumen de los datos de velocidad tomados en campo, una vez filtrados los datos de las placas tomadas al inicio y al final del recorrido.

Con estos datos obtenidos, se procede a hallar los datos estadísticos representativos, prestando interés sobre todo en el resultado de la velocidad media de viaje.

Tabla 2. Datos filtrados de placas, obtenidos al inicio y final del recorrido en el movimiento 1 (Carrera 14), el día 12 de marzo.

#	PLACA	Hora de paso por la carrera 14 INICIO	Hora de paso por la carrera 16 b LLEGADA	Diferencia de tiempo	Tiempo en segundos
1	Z049	05:18:22	5:20:04	0:01:42	102
2	R614	05:18:48	5:20:47	0:01:59	119
3	T683	05:21:25	5:23:06	0:01:41	101
4	U860	05:23:32	5:24:49	0:01:17	77
5	M261	05:24:40	5:25:03	0:00:23	23
6	Z610	05:28:38	5:30:01	0:01:23	83
7	O692	05:29:51	5:31:30	0:01:39	99
8	K219	05:31:48	5:33:28	0:01:40	100
9	W464	05:37:50	5:39:45	0:01:55	115
10	M966	05:39:21	5:39:45	0:00:24	24

11	L815	05:37:50	5:39:47	0:01:57	117
12	R802	05:39:17	5:39:52	0:00:35	35
13	U351	05:38:00	5:40:01	0:02:01	121
14	X358	05:39:32	5:40:59	0:01:27	87
15	P624	05:41:02	5:41:31	0:00:29	29
16	N310	05:42:40	5:43:16	0:00:36	36
17	Y160	05:42:47	5:43:28	0:00:41	41
18	G221	05:44:24	5:44:58	0:00:34	34
19	Q813	05:44:32	5:45:47	0:01:15	75
20	N422	05:47:38	5:48:00	0:00:22	22
21	X489	05:47:43	5:48:47	0:01:04	64
22	P132	05:47:56	5:48:53	0:00:57	57
23	P872	05:48:01	5:49:09	0:01:08	68
24	E340	05:51:06	5:52:25	0:01:19	79
25	O703	05:51:18	5:52:34	0:01:16	76
26	Q923	05:53:01	5:54:05	0:01:04	64
27	Y320	05:54:38	5:55:43	0:01:05	65
28	N021	05:56:01	5:56:26	0:00:25	25
29	S697	05:57:48	5:58:53	0:01:05	65
30	N913	06:01:11	6:01:25	0:00:14	14
31	W311	06:04:20	6:04:43	0:00:23	23
32	N069	06:04:25	6:04:49	0:00:24	24
33	N972	06:09:28	6:09:59	0:00:31	31
34	W871	06:12:46	6:13:47	0:01:01	61
35	Z731	06:12:48	6:13:57	0:01:09	69
36	K273	06:12:53	6:13:58	0:01:05	65
37	E971	06:12:57	6:14:01	0:01:04	64
38	R066	06:17:59	6:18:42	0:00:43	43
39	E923	06:19:25	6:20:03	0:00:38	38
40	I131	06:27:42	6:28:55	0:01:13	73
41	N045	06:27:45	6:29:01	0:01:16	76
42	X706	06:29:19	6:29:55	0:00:36	36
43	J303	06:29:34	6:30:06	0:00:32	32
44	T094	06:42:56	6:43:44	0:00:48	48
45	V454	06:47:51	6:48:57	0:01:06	66
46	Z166	06:52:49	6:53:48	0:00:59	59
47	W903	06:57:53	6:58:18	0:00:25	25
48	C879	07:01:20	7:02:04	0:00:44	44
49	S736	07:04:32	7:05:06	0:00:34	34
50	W299	07:14:35	7:14:50	0:00:15	15
51	P465	07:16:12	7:16:38	0:00:26	26
52	X346	07:24:33	7:24:54	0:00:21	21
53	R610	07:26:05	7:26:25	0:00:20	20

54	T604	07:26:15	7:26:45	0:00:30	30
55	R391	07:27:46	7:28:05	0:00:19	19
56	U106	07:32:46	7:33:23	0:00:37	37
57	U273	07:32:49	7:33:32	0:00:43	43
58	L331	07:34:36	7:35:01	0:00:25	25
59	U001	07:38:02	7:38:23	0:00:21	21
60	F945	07:41:18	7:41:34	0:00:16	16
61	Z546	07:39:34	7:41:50	0:02:16	136
62	I564	07:39:40	7:41:57	0:02:17	137
63	Y574	07:39:49	7:42:00	0:02:11	131
64	P423	07:41:01	7:42:01	0:01:00	60
65	U117	07:42:53	7:43:21	0:00:28	28
66	J856	07:44:26	7:44:53	0:00:27	27
67	R161	07:49:25	7:49:49	0:00:24	24
68	F135	07:49:33	7:49:58	0:00:25	25
69	L031	07:50:59	7:51:40	0:00:41	41
70	S355	07:51:22	7:51:46	0:00:24	24
71	F806	07:52:39	7:53:07	0:00:28	28

Fuente: Esquematización propia, datos recogidos en campo.

ANÁLISIS GENERAL DE VELOCIDAD DE RECORRIDO EN MOVIMIENTO 1.

A continuación, se muestra el proceso de agrupamiento de datos y otros procedimientos para la obtención de los valores estadísticos representativos en el estudio de velocidad de recorrido:

Distribución de frecuencias:

Se agrupan los valores de velocidades que tengan similar magnitud, en intervalos de clase o grupos de velocidad; el número de intervalos de clase se toma por lo general entre 5 y 20, ahora bien, como guía para determinar el número de intervalos de clase, se tiene la Tabla 3.

Tabla 3. Número de Intervalos de clase por tamaño de la muestra.

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)		NUMERO DE INTERVALOS (m)	
50	100	7	8
100	1.000	10	11
1.000	10.000	14	15
10.000	100.000	17	18
➤ 100.000		$1 + 3.3 \log_{10} (n)$ $n^{(1/2)}$	

Fuente: (Cal & Mayor, 2007).

n = Número total de observaciones o datos

m = Número de intervalos de clase (grupos)

Para este caso en particular, n = 71, por lo tanto, se toma un m = 8, ahora bien, el Ancho del intervalo de clase (AIC) se determina de la siguiente forma:

$$AIC = \frac{\text{Amplitud}}{m} = \frac{51}{8} \approx 7$$

$$\text{Amplitud} = \text{Dato Maximo} - \text{Dato Minimo} = 57 - 6 = 51$$

Tabla 4. Distribución de frecuencias de velocidad de recorrido, día típico.

Grupos de Velocidad		Punto Medio Vi km/h (Marca de clase)	Frecuencia Observada		Frecuencia Observada		Vi ²	fi*Vi	fi*Vi ²	fi/Vi
Km/h			Absoluta (Fi)	Relativa (Fi/n*100)	Absoluta acumulada	Relativa acumulada				
2,5	9,49	6	12	16,90	12	16,90	36	72	432	2
9,5	16,49	13	20	28,17	32	45,07	169	260	3380	1,538462
16,5	23,49	20	11	15,49	43	60,56	400	220	4400	0,55
23,5	30,49	27	9	12,68	52	73,24	729	243	6561	0,333333
30,5	37,49	34	12	16,90	64	90,14	1156	408	13872	0,352941
37,5	44,49	41	4	5,63	68	95,77	1681	164	6724	0,097561
44,5	51,49	48	1	1,41	69	97,18	2304	48	2304	0,020833
51,5	58,49	55	2	2,82	71	100,00	3025	110	6050	0,036364
			71	100,00				1525	43723	4,93

Fuente: Esquematización propia, datos recogidos en campo.

La Tabla 4, muestra el cuadro completo de distribución de frecuencias, para facilitar el cálculo de los valores estadísticos.

Grupos de velocidad: Corresponde a los intervalos de clase, estos están definidos por grupos de velocidad que se incrementan en el valor AIC.

Punto Medio: Es la velocidad media de cada grupo, se obtiene sumando los Límites Inferior y Superior y dividiendo en 2.

Frecuencia Observada –absoluta-: Es el número de vehículos pertenecientes a cada grupo. (Cuantas velocidades se observan entre el límite Inferior y el Superior.)

Frecuencia Observada relativa: Es su frecuencia observada absoluta, dividida entre el total de frecuencias expresada en porcentaje.

Frecuencia observada acumulada –absoluta-: Es la frecuencia total de todos los valores menores que el límite real superior de clase de un intervalo de datos dado, hasta ese intervalo de clase inclusive.

Las últimas tres columnas: se deben tener en cuenta para el cálculo de los valores estadísticos representativos.

VALORES ESTADÍSTICOS REPRESENTATIVOS

La velocidad media (media aritmética)

Para datos agrupados, la velocidad media temporal puede determinarse como sigue:

$$\bar{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^m f_i * V_i}{n} = \frac{1525}{71} = 21,48 \text{ km/h}$$

Esta velocidad, es una estimación de la velocidad esperada de cualquier vehículo, tomado al azar, en el sitio donde fue realizado el estudio y estadísticamente, es un estimador de la velocidad media temporal real de la población.

La velocidad media Espacial (media armónica)

Corresponde a la media armónica de las velocidades instantáneas, es decir, la media de las velocidades de los vehículos que se encuentran en un tramo en un momento dado. Se estima de la siguiente manera:

$$V_e = \frac{n}{\sum \left(\frac{f_i}{V_i} \right)} = \frac{71}{4,93} = 14,40 \text{ km/h}$$

La velocidad media espacial es preferible a la media temporal, porque guarda mayor relación con otros parámetros del tránsito.

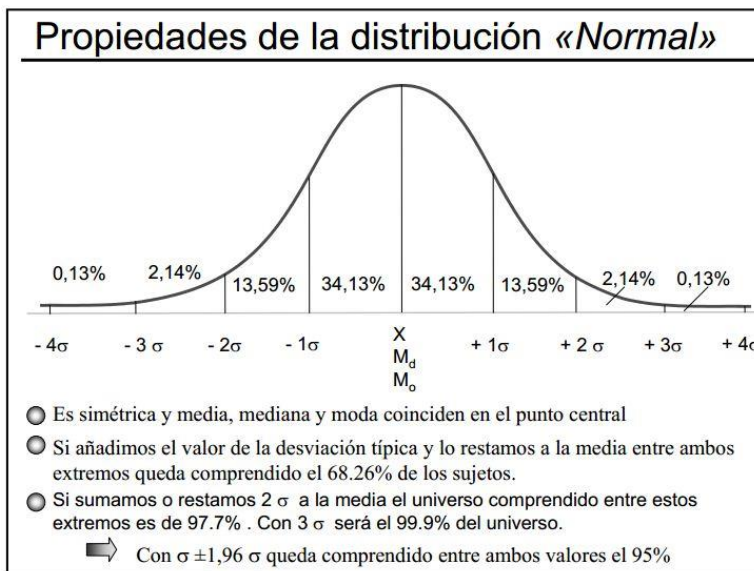
Desviación estándar:

Debido a que, no todos los vehículos viajan a la misma velocidad, existe una dispersión de sus velocidades alrededor de la media, es por ello que, se debe calcular tal dispersión por medio de la desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m [f_i (V_i - \bar{V}_t)^2]}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (f_i * V_i^2) - \frac{[\sum_{i=1}^m f_i * V_i]^2}{n}}{n}} = 12,43 \text{ km/h}$$

Al utilizar las fórmulas anteriores, se supone que la forma que siguen los datos es aproximadamente la de una distribución normal, cuyas características pueden resumirse de acuerdo a la Figura 4, así:

La distribución simétrica y de forma acampanada, nos indica que, la mayoría de los sujetos (u objetos) de una población determinada, no se apartan mucho de la media, en la medida en que los sujetos se van apartando más de la media (porque se pasan o porque no llegan) van siendo cada vez menos.



$$(\bar{V}_t - 1S)y(\bar{V}_t + 1S) = 0,683$$

$$(\bar{V}_t - 2S)y(\bar{V}_t + 2S) = 0,955$$

$$(\bar{V}_t - 3S)y(\bar{V}_t + 3S) = 0,997$$

$$(\bar{V}_t - \infty)y(\bar{V}_t + \infty) = 1,000$$

Figura 4. Propiedades de la distribución normal.

Fuente: (Guerrero Peña & Buitrago, 2007).

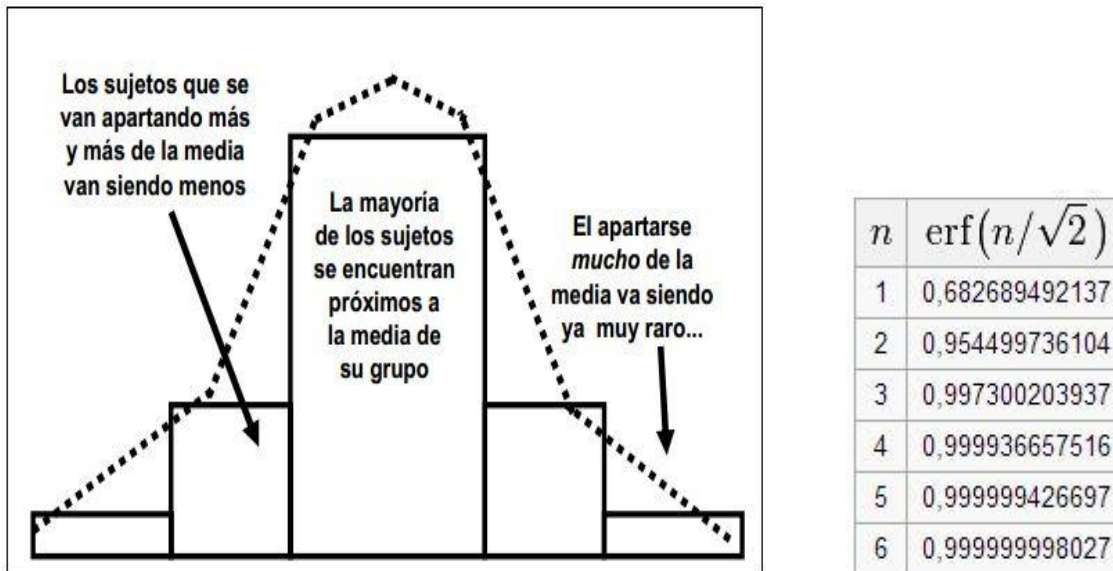


Figura 5. Esquematización explicativa de la distribución normal
Fuente: (Guerrero Peña & Buitrago, 2007)

Es decir, según este estudio, se puede esperar que, el 68,3% de todas las velocidades se encuentren dentro del intervalo.

$$9,05 \text{ km/h} < \bar{v}_t < 33,91 \text{ km/h}$$

Error estándar de la media E

Las medias de diferentes muestras de velocidades de punto, tomadas de la misma población, se distribuyen normalmente alrededor de la media verdadera de la población, con una desviación estándar denominada error estándar, este parámetro estadístico indica la confianza con la cual puede suponerse que, la media de la muestra corresponda a la media verdadera de la población, o de todo el tránsito que pasa por el punto, durante el periodo de estudio. Su valor se determina mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{12,43}{\sqrt{71}} \approx 1,48 \text{ km/h}$$

Ahora bien, para determinado nivel de confianza, podemos decir que, la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra dentro del rango definido por:

Tabla 5. Constante correspondiente al nivel de confiabilidad.

k	Nivel de confianza %
1	68,3
1,5	89,6
1,64	90
1,96	95
2	95,5
2,5	98,8
2,58	99
3	99,7

Fuente: (Guerrero Peña & Buitrago, 2007).

$$(\bar{V}_t - KE) < \mu < (\bar{V}_t + KE)$$

Dónde:

μ = Velocidad media real de todo el tránsito.

S = Desviación estándar

n = número de velocidades observadas

$$E = 1,48 \text{ km/h}$$

Significa que puede suponerse con un 95,5% de confianza, que la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra comprendida entre

$$18,53 \text{ km/h} < \mu < 24,43 \text{ km/h}$$

También se puede concluir que hay una probabilidad del 4,5%, que al estimar la velocidad media real del tránsito como 21.48 Km/h., se tenga un error máximo de $\pm 2,95$ Km/h.

Determinación del tamaño apropiado de la muestra

El error estándar de la media puede ser útil para determinar el tamaño aproximado que es conveniente adoptar para una muestra. En este método se supone que la población de velocidades, es decir, las velocidades de todos los vehículos, poseen una distribución que coincide con la distribución de la muestra analizada.

Suponiendo que, se requiere determinar cuántas velocidades deben ser medidas para tener un error estándar de la media, menor de ± 3.00 Km/h, entre las velocidades medias de la muestra y de la población (todo el tránsito), con una confiabilidad del 95,5%, se tiene:

$$e = \frac{2S}{\sqrt{n}} \gg n = \left(\frac{KS}{e}\right)^2 = \left(\frac{2 * 12,43}{3}\right)^2 = 69 \text{ Vehiculos.}$$

$$K = 2$$

$$S = 12,43$$

$$e = 3$$

$$n = 68,66 \approx 69 \text{ Vehiculos}$$

Este es menor al esperado con los datos mínimos.

Esta determinación del tamaño apropiado de la muestra, puede servir también, para conocer a partir de estudios de velocidad anteriores, realizados en el mismo sitio donde se quieran hacer nuevamente estudios de velocidad, cual es el tamaño necesario de la muestra

para cierto error estándar y para cierto nivel de confianza, pero en muchas ocasiones, no se poseen estudios de velocidad anteriores de los cuales poder basarse, por lo tanto, se sugiere una desviación estándar promedio de 8,0 km/h, como valor empírico para velocidades medias de cualquier tipo de vía y de tránsito, igualmente, el error estándar permitido de la media, puede fluctuar entre $\pm 8,0$ Km/h a $\pm 1,5$ Km/h, o menos aún. (Box, 1985).

La Mediana

La mediana es aquel valor de velocidad que tiene un número igual de casos con valor superior y con valor inferior que el de la media, es decir, es aquella velocidad cuya ubicación dentro de la serie de valores, determina que haya un número de vehículos que van más rápido, igual al número de vehículos que van más lento, su valor, corresponde al 50 porcentual.

Para datos que se encuentran agrupados, la mediana se halla de la siguiente forma:

$$Mediana = L_1 + \left(\frac{N/2 - (\sum f)_1}{f_{mediana}} \right) C = 18,73 \text{ km/h}$$

L_1 = Limite real inferior de la clase de la mediana

N = Numero de datos

$\sum f$ = Suma de todas las clases inferiores a la clase de la mediana

C = intervalo de clase de la mediana (AIC)

$f_{mediana}$ = Frecuencia de la clase de la mediana

Moda. (Velocidad modal)

La moda se define como el valor que se presenta con mayor frecuencia, de la tabla inicial de datos:

Moda **12** **Km/h**
 Se repite 6 veces

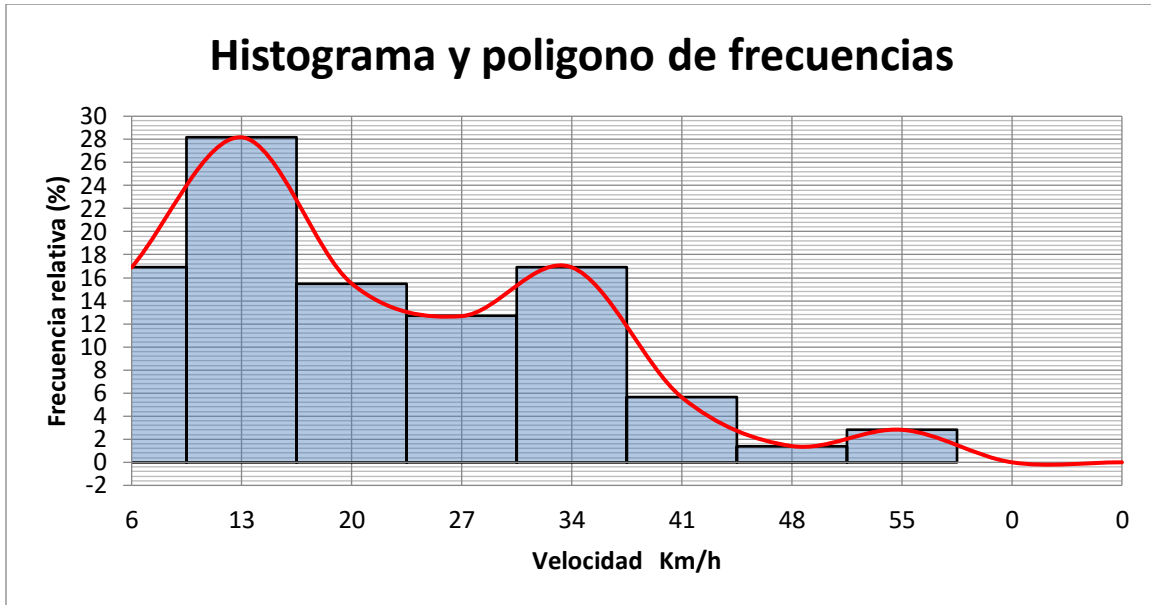


Figura 6. Histograma y polígono de frecuencias

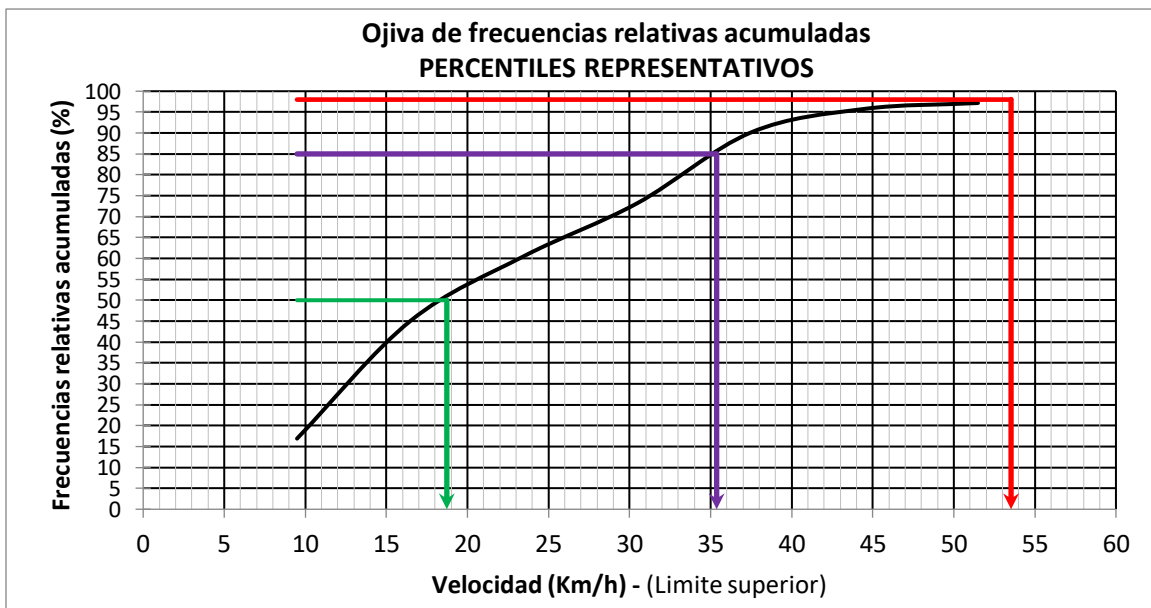


Figura 7. Curva de frecuencia relativa acumulada de velocidades de punto.

La velocidad que indica un percentil, es la velocidad a la cual, o debajo de la cual, opera un cierto porcentaje de vehículos. En la curva de frecuencia acumulativa mostrada, la frecuencia acumulada relativa, se dibuja contra los límites superiores de cada grupo de velocidades.

En un estudio de velocidades de recorrido, hay tres percentiles importantes, P50, P85 y P98, cada uno de ellos, determina ciertas velocidades que ayudarán al análisis del estudio.

P50	18.73 Km/h	Es una medida de la calidad del flujo vehicular en sitio. Su valor es muy aproximado a la mediana y a la velocidad media temporal calculadas.
P85	35.37 Km/h	Es el límite máximo de velocidad del sitio estudiado, es decir, el 85 % de los conductores eligen viajar a 35.4 Km/h o menos velocidad.
P98	53.53 Km/h	Es la velocidad del proyecto o diseño de la vía.

CONCLUSIONES – MOVIMIENTO 1 (DIA TIPICO)

La velocidad media temporal que corresponde a la media aritmética de las velocidades, dio como resultado 21.48 km/h

La velocidad media espacial es de 14.40 km/h. y resulta menor que la velocidad media temporal.

EL 68.3% de todas las velocidades se encuentran entre 9.05 Km/h y 33.91 Km/h puede suponerse con un 95,5% de confianza, que la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra comprendida entre 18.53 y 24.43 Km/h, es decir, que hay una probabilidad del 4,5%, que al estimar la velocidad media real del tránsito como 21.48 Km/h., se tenga un error máximo de $\pm 2,95$ Km/h.

El límite percentil 85 de velocidad en el movimiento, es de 35.37 km/h. Es decir, el 85% de los conductores pueden viajar a esta velocidad o menos.

Resumen de datos filtrados – movimiento 1 día atípico

La Tabla 6, muestra el resumen de los datos de velocidad tomados en campo, una vez filtrados los datos de las placas tomadas al inicio y al final del recorrido.

Con estos datos obtenidos se procede a hallar los datos estadísticos representativos, prestando interés, sobre todo, en el resultado de la velocidad media de viaje.

Tabla 6, Datos filtrados de placas, obtenidos al inicio y final del recorrido en el movimiento 1 (Carrera 14), el día 14 de marzo.

#	PLACA	Hora de paso por la carrera 14 INICIO	Hora de paso por la carrera 16 b LLEGADA	Diferencia de tiempo	Tiempo en segundos
1	C667	11:30:20	11:31:36	0:01:16	76
2	X796	11:31:35	11:32:49	0:01:14	74
3	Z481	11:33:59	11:34:48	0:00:49	49
4	T772	11:35:26	11:36:34	0:01:08	68
5	R848	11:37:08	11:38:16	0:01:08	68
6	A887	11:38:06	11:39:20	0:01:14	74
7	T038	11:39:02	11:39:38	0:00:36	36
8	N172	11:42:56	11:44:52	0:01:56	116
9	T029	11:44:58	11:46:21	0:01:23	83
10	V990	11:44:52	11:46:42	0:01:50	110
11	P007	11:46:39	11:48:02	0:01:23	83
12	U495	11:47:04	11:48:02	0:00:58	58
13	U063	11:47:13	11:49:40	0:02:27	147
14	N618	11:47:48	11:49:47	0:01:59	119
15	P022	11:48:09	11:49:56	0:01:47	107
16	G814	11:51:00	11:51:30	0:00:30	30
17	X119	11:50:13	11:51:32	0:01:19	79
18	L381	11:51:31	11:53:05	0:01:34	94

19	B642	12:00:57	12:01:51	0:00:54	54
20	M171	12:01:07	12:03:19	0:02:12	132
21	O334	12:01:43	12:03:31	0:01:48	108
22	T762	12:01:09	12:03:35	0:02:26	146
23	S161	12:02:15	12:03:38	0:01:23	83
24	W291	12:03:56	12:04:51	0:00:55	55
25	W092	12:04:29	12:06:30	0:02:01	121
26	I994	12:04:48	12:06:38	0:01:50	110
27	V348	12:07:09	12:08:26	0:01:17	77
28	S759	12:06:52	12:08:29	0:01:37	97
29	F819	12:06:54	12:08:31	0:01:37	97
30	S149	12:08:21	12:09:58	0:01:37	97
31	O632	12:09:50	12:11:26	0:01:36	96
32	T020	12:10:00	12:11:31	0:01:31	91
33	T665	12:10:48	12:11:41	0:00:53	53
34	O749	12:12:13	12:12:56	0:00:43	43
35	V574	12:11:53	12:12:59	0:01:06	66
36	U155	12:11:27	12:13:06	0:01:39	99
37	X604	12:12:43	12:13:11	0:00:28	28
38	K623	12:12:50	12:13:21	0:00:31	31
39	Q843	12:14:03	12:14:51	0:00:48	48
40	Q775	12:13:04	12:14:58	0:01:54	114
41	U405	12:15:37	12:16:30	0:00:53	53
42	O961	12:15:42	12:16:38	0:00:56	56
43	Q475	12:16:03	12:16:45	0:00:42	42
44	P613	12:16:12	12:16:49	0:00:37	37
45	M820	12:17:13	12:18:05	0:00:52	52
46	Q255	12:17:40	12:18:11	0:00:31	31
47	A808	12:17:19	12:18:25	0:01:06	66
48	U688	12:18:35	12:19:36	0:01:01	61
49	L621	12:18:00	12:19:42	0:01:42	102
50	X426	12:18:55	12:19:47	0:00:52	52
51	F736	12:19:29	12:19:56	0:00:27	27
52	L956	12:19:46	12:21:12	0:01:26	86
53	Y196	12:19:57	12:21:17	0:01:20	80
54	M105	12:20:19	12:21:22	0:01:03	63
55	N294	12:20:48	12:21:27	0:00:39	39
56	L727	12:20:09	12:21:34	0:01:25	85
57	Z567	12:21:19	12:23:01	0:01:42	102
58	Z241	12:22:05	12:23:06	0:01:01	61
59	L760	12:21:36	12:23:11	0:01:35	95
60	U049	12:21:53	12:23:19	0:01:26	86
61	S238	12:22:51	12:23:23	0:00:32	32

62	S435	12:23:09	12:24:46	0:01:37	97
63	W279	12:23:02	12:24:52	0:01:50	110
64	T666	12:24:22	12:25:01	0:00:39	39
65	O640	12:24:33	12:25:08	0:00:35	35
66	L508	12:24:53	12:26:29	0:01:36	96
67	T462	12:25:45	12:26:31	0:00:46	46
68	L822	12:25:53	12:26:42	0:00:49	49
69	E014	12:26:13	12:27:00	0:00:47	47
70	W975	12:26:38	12:28:11	0:01:33	93
71	Q569	12:27:14	12:28:19	0:01:05	65
72	U283	12:27:22	12:28:26	0:01:04	64
73	A699	12:28:30	12:29:49	0:01:19	79
74	Q755	12:28:54	12:29:53	0:00:59	59
75	S680	12:29:30	12:29:56	0:00:26	26
76	V665	12:28:43	12:29:59	0:01:16	76
77	T156	12:28:40	12:30:10	0:01:30	90
78	Z095	12:30:03	12:31:23	0:01:20	80
79	N762	12:31:46	12:33:00	0:01:14	74
80	M154	12:31:57	12:33:10	0:01:13	73
81	J905	12:32:40	12:33:19	0:00:39	39
82	E461	12:33:00	12:34:41	0:01:41	101
83	N751	12:32:59	12:34:46	0:01:47	107
84	Q815	12:33:35	12:34:59	0:01:24	84
85	K400	12:33:27	12:35:05	0:01:38	98
86	Q952	12:34:44	12:35:10	0:00:26	26
87	R773	12:34:50	12:36:21	0:01:31	91
88	R771	12:36:19	12:38:06	0:01:47	107
89	Z643	12:36:59	12:38:16	0:01:17	77
90	U258	12:37:54	12:39:46	0:01:52	112
91	M840	12:38:04	12:39:49	0:01:45	105
92	F272	12:38:10	12:39:56	0:01:46	106
93	L181	12:39:32	12:41:25	0:01:53	113
94	Y065	12:40:09	12:41:33	0:01:24	84
95	M770	12:39:39	12:41:40	0:02:01	121
96	Q323	12:40:16	12:41:49	0:01:33	93
97	R140	12:41:20	12:43:17	0:01:57	117
98	I149	12:44:36	12:45:05	0:00:29	29
99	T454	12:42:54	12:45:11	0:02:17	137
100	Y165	12:44:38	12:46:18	0:01:40	100
101	V425	12:44:47	12:46:29	0:01:42	102
102	F362	12:44:45	12:46:36	0:01:51	111
103	M289	12:44:56	12:46:46	0:01:50	110
104	V425	12:44:47	12:46:49	0:02:02	122

105	Q194	12:46:16	12:48:33	0:02:17	137
106	I867	12:48:26	12:49:46	0:01:20	80
107	P658	12:48:30	12:49:55	0:01:25	85
108	P645	12:49:30	12:49:59	0:00:29	29
109	Z944	12:48:57	12:50:10	0:01:13	73
110	Y991	12:50:07	12:51:26	0:01:19	79
111	Y802	12:50:40	12:51:36	0:00:56	56
112	O041	12:50:34	12:51:45	0:01:11	71
113	L291	12:52:48	12:53:19	0:00:31	31
114	Z825	12:53:04	12:54:41	0:01:37	97
115	K434	12:53:13	12:54:44	0:01:31	91
116	K038	12:53:30	12:54:47	0:01:17	77
117	V205	12:53:41	12:54:49	0:01:08	68
118	Y108	12:53:25	12:54:53	0:01:28	88
119	R015	12:54:43	12:56:16	0:01:33	93
120	L890	12:54:51	12:56:23	0:01:32	92
121	Q905	12:54:58	12:56:27	0:01:29	89
122	L783	12:55:09	12:56:49	0:01:40	100
123	U555	12:56:24	12:58:03	0:01:39	99
124	F750	12:56:39	12:58:10	0:01:31	91
125	P107	12:56:33	12:58:22	0:01:49	109
126	J397	12:57:36	12:58:33	0:00:57	57
127	X822	12:57:14	12:58:40	0:01:26	86
128	R927	12:57:52	12:59:36	0:01:44	104
129	Z001	12:58:02	12:59:42	0:01:40	100
130	P321	12:59:12	12:59:53	0:00:41	41
131	X772	12:58:11	12:59:58	0:01:47	107
132	Z540	13:00:42	13:01:42	0:01:00	60
133	A491	13:00:20	13:01:46	0:01:26	86
134	N571	13:01:50	13:03:20	0:01:30	90

Fuente: Esquematización propia, datos recogidos en campo.

ANÁLISIS GENERAL DE VELOCIDAD DE RECORRIDO EN MOVIMIENTO 1.

En virtud de las explicaciones brindadas en el punto anterior, cuando se calcularon los parámetros del movimiento 1 (día atípico), a continuación, se muestran los resultados obtenidos sin detallar en el procedimiento:

Distribución de frecuencias:

Tabla 7. Distribución de frecuencias de velocidad de recorrido, día atípico.

Grupos de Velocidad		Punto Medio V_i km/h (Marca de clase)	Frecuencia Observada		Frecuencia Observada		V_j^2	$f_i * V_i$	$f_i * V_i^2$	f_i / V_i
Km/h			Absoluta (Fi)	Relativa (Fi/n*100)	Absoluta acumulada	Relativa acumulada				
7,5	12,49	10	31	23,13	31	23,13	100	310	3100	3,1
12,5	17,49	15	56	41,79	87	64,93	225	840	12600	3,733333
17,5	22,49	20	15	11,19	102	76,12	400	300	6000	0,75
22,5	27,49	25	11	8,21	113	84,33	625	275	6875	0,44
27,5	32,49	30	4	2,99	117	87,31	900	120	3600	0,133333
32,5	37,49	35	6	4,48	123	91,79	1225	210	7350	0,171429
37,5	42,49	40	5	3,73	128	95,52	1600	200	8000	0,125
42,5	47,49	45	4	2,99	132	98,51	2025	180	8100	0,088889
47,5	52,49	50	2	1,49	134	100,00	2500	100	5000	0,04
52,5	57,49	55	0	0,00	134	100,00	3025	0	0	0
			134	100,00				2535	60625	8,58

Fuente: Esquematización propia, datos recogidos en campo.

La Tabla 7, muestra el cuadro completo de distribución de frecuencias para facilitar el cálculo de los valores estadísticos.

VALORES ESTADÍSTICOS REPRESENTATIVOS

La velocidad media (media aritmética)

$$V_t = 18,92 \text{ km/h}$$

La velocidad media Espacial (media armónica)

$$V_e = 15,62 \text{ km/h}$$

Desviación estándar:

$$S = 9,72 \text{ km/h}$$

Es decir, según este estudio, se puede esperar que el 68,3% de todas las velocidades se encuentren dentro del intervalo.

$$9,19 \text{ km/h} < V_t < 28,64 \text{ km/h}$$

Error estándar de la media E

n = número de velocidades observadas

$$E = 0,84 \text{ km/h}$$

Significa que puede suponerse con un 95,5% de confianza, que la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra comprendida entre:

$$17,24 \text{ km/h} < \mu < 20,60 \text{ km/h}$$

También se puede concluir que, hay una probabilidad del 4,5%, que al estimar la velocidad media real del tránsito como 18.92 km/h., se tenga un error máximo de $\pm 1,68$ km/h.

Determinación del tamaño apropiado de la muestra

Suponiendo que, se requiere determinar cuántas velocidades deben ser medidas para tener un error estándar de la media, menor de ± 2.00 km/h, entre las velocidades medias de la muestra y de la población (todo el tránsito), con una confiabilidad del 95,5%, se tiene:

$$n = 95 \text{ Vehiculos}$$

Este es menor al esperado con los datos mínimos.

La Mediana.

$$\text{Mediana} = 51,71 \text{ km/h}$$

Moda. (Velocidad modal)

La moda se define como el valor que se presenta con mayor frecuencia de la tabla inicial de datos.

Moda	13	Km/h
Se repite	16	veces

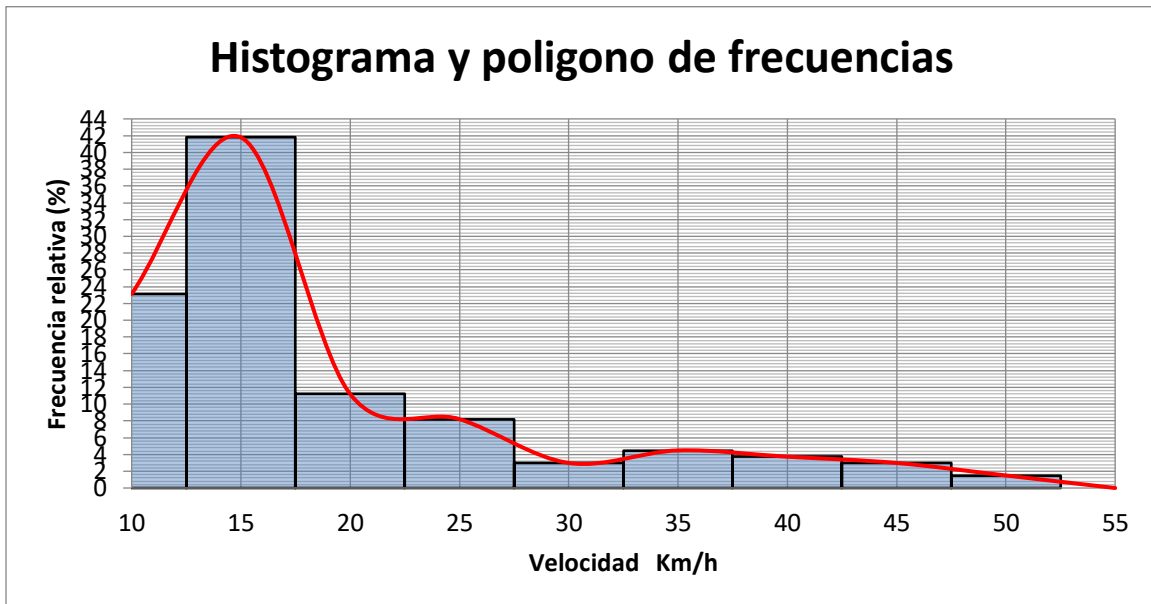


Figura 8. Histograma y polígono de frecuencias

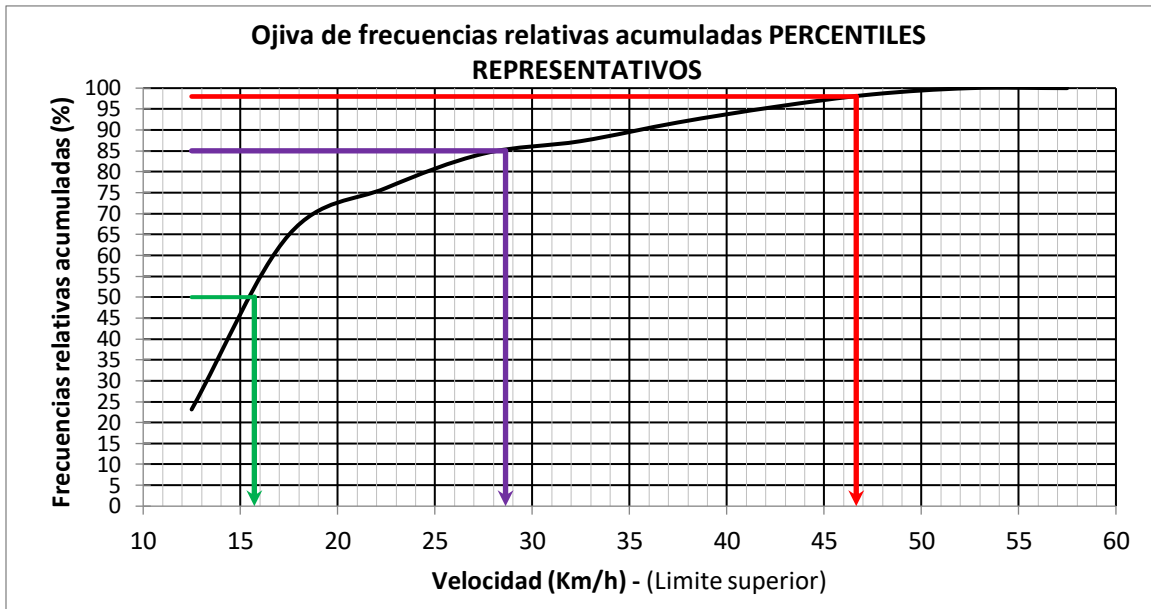


Figura 9. Curva de frecuencia relativa acumulada de velocidades de punto.

- | | | |
|-----|------------|---|
| P50 | 15.71 Km/h | Es una medida de la calidad del flujo vehicular en sitio. Su valor es muy aproximado a la mediana y a la velocidad media temporal calculadas |
| P85 | 28.63 Km/h | Es el límite máximo de velocidad del sitio estudiado, es decir, el 85 % de los conductores eligen viajar a 28.6 Km/h o menos de velocidad. |

CONCLUSIONES – MOVIMIENTO 1 (DIA ATIPICO)

La velocidad media temporal que corresponde a la media aritmética de las velocidades, dio como resultado 18.92 km/h.

La velocidad media espacial es de 15.62 km/h y resulta menor que la velocidad media temporal.

EL 68.3% de todas las velocidades se encuentran entre 9.19 Km/h y 28.64 Km/h

puede suponerse con un 95,5% de confianza, que la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra comprendida entre 17.24 y 20.60 Km/h, es decir, que hay una probabilidad del 4,5%, que al estimar la velocidad media real del tránsito como 18.92 Km/h., se tenga un error máximo de $\pm 1,68$ Km/h.

El límite percentil 85 de velocidad en el movimiento es de 28.63 km/h. Es decir, el 85% de los conductores pueden viajar a esta velocidad o menos.

OBSERVACIONES

Como resultado del estudio, la velocidad que adopta el 50% de los conductores del movimiento 1, para el día típico, es de 18,73 km/h y para el día atípico es de 15,71 km/h, se observa que para el día atípico la velocidad se reduce en un 16.02%.

ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE RECORRIDO MOVIMIENTO 2 (MÉTODO DE PLACAS).

Horario para la toma de datos:

Marzo 12 de 2020 (día típico)

17:38 – 19:07

Marzo 7 de 2020 (día atípico)

9:50 – 12:20

Resumen de datos filtrados – movimiento 2 día típico

La Tabla 8, muestra el resumen de los datos de velocidad tomados en campo, una vez filtrados los datos de las placas tomadas al inicio y al final del recorrido.

Con estos datos obtenidos, se procede a hallar los datos estadísticos representativos, prestando interés sobre todo en el resultado de la velocidad media de viaje.

Tabla 8. Datos filtrados de placas, obtenidos al inicio y final del recorrido en el movimiento 2 (Calle 17), el día 12 de marzo.

#	PLACA	Hora de paso por la carrera 13 INICIO	Hora de paso por la carrera 16 bis LLEGADA	Diferencia de tiempo	Tiempo en segundos
1	L437	05:40:05	5:42:25	0:02:20	140
2	Y673	05:40:50	5:42:41	0:01:51	111
3	U532	05:41:01	5:42:46	0:01:45	105
4	K185	05:41:30	5:44:10	0:02:40	160
5	T773	05:46:23	5:48:49	0:02:26	146
6	Z481	05:47:28	5:49:26	0:01:58	118
7	P167	05:48:13	5:50:40	0:02:27	147
8	O253	05:48:27	5:50:56	0:02:29	149
9	W322	05:49:49	5:52:24	0:02:35	155
10	T260	05:49:35	5:52:32	0:02:57	177
11	U130	05:51:05	5:53:46	0:02:41	161
12	M441	05:51:19	5:54:18	0:02:59	179
13	U632	05:51:35	5:54:33	0:02:58	178
14	P803	05:52:46	5:54:39	0:01:53	113
15	S219	05:53:00	5:55:36	0:02:36	156
16	Q836	05:53:07	5:55:41	0:02:34	154
17	T966	05:53:16	5:56:08	0:02:52	172
18	Y155	05:54:08	5:56:16	0:02:08	128
19	L234	05:54:35	5:57:06	0:02:31	151
20	R335	05:54:44	5:57:23	0:02:39	159
21	W198	05:55:29	5:57:32	0:02:03	123
22	X135	05:55:48	5:57:39	0:01:51	111
23	K128	05:56:00	5:57:42	0:01:42	102
24	Y951	05:56:28	5:58:49	0:02:21	141
25	K848	05:56:56	5:58:53	0:01:57	117
26	W043	05:56:35	5:59:11	0:02:36	156
27	Q816	05:58:00	6:00:31	0:02:31	151
28	S524	05:58:18	6:00:58	0:02:40	160

29	Y163	05:59:10	6:01:11	0:02:01	121
30	C247	05:59:41	6:02:03	0:02:22	142
31	P064	06:00:34	6:02:27	0:01:53	113
32	G998	06:01:27	6:03:48	0:02:21	141
33	Q633	06:02:32	6:04:22	0:01:50	110
34	X528	06:03:01	6:05:37	0:02:36	156
35	K586	06:03:59	6:05:58	0:01:59	119
36	L487	06:04:11	6:06:01	0:01:50	110
37	T712	06:04:49	6:07:12	0:02:23	143
38	M977	06:05:49	6:07:39	0:01:50	110
39	W014	06:07:55	6:10:26	0:02:31	151
40	P322	06:08:36	6:10:36	0:02:00	120
41	T814	06:08:03	6:10:49	0:02:46	166
42	M752	06:09:10	6:11:10	0:02:00	120
43	K160	06:09:36	6:12:13	0:02:37	157
44	T657	06:09:47	6:12:32	0:02:45	165
45	M620	06:10:38	6:12:50	0:02:12	132
46	S640	06:11:28	6:13:48	0:02:20	140
47	Z060	06:12:35	6:14:46	0:02:11	131
48	S635	06:13:24	6:15:51	0:02:27	147
49	X629	06:14:57	6:17:25	0:02:28	148
50	W986	06:15:56	6:18:01	0:02:05	125
51	Z375	06:18:21	6:20:36	0:02:15	135
52	S714	06:18:12	6:20:56	0:02:44	164
53	T704	06:22:23	6:24:01	0:01:38	98
54	Y682	06:23:09	6:25:22	0:02:13	133
55	L020	06:23:17	6:25:38	0:02:21	141
56	P575	06:23:51	6:25:56	0:02:05	125
57	U966	06:25:05	6:27:37	0:02:32	152
58	Z337	06:25:47	6:28:11	0:02:24	144
59	S703	06:26:41	6:29:11	0:02:30	150
60	M734	06:27:26	6:29:28	0:02:02	122
61	U406	06:27:03	6:29:39	0:02:36	156
62	K426	06:27:54	6:30:36	0:02:42	162
63	L377	06:28:04	6:30:52	0:02:48	168
64	N551	06:29:34	6:32:18	0:02:44	164
65	Y976	06:30:48	6:32:49	0:02:01	121
66	S369	06:31:41	6:34:09	0:02:28	148
67	B827	06:32:05	6:34:11	0:02:06	126
68	V941	06:32:33	6:34:36	0:02:03	123
69	W712	06:33:16	6:35:36	0:02:20	140
70	M107	06:33:44	6:36:05	0:02:21	141
71	O826	06:34:34	6:36:14	0:01:40	100

72	R610	06:34:15	6:36:14	0:01:59	119
73	O997	06:35:00	6:37:36	0:02:36	156
74	L724	06:36:35	6:39:26	0:02:51	171
75	K337	06:38:26	6:41:09	0:02:43	163
76	P132	06:39:14	6:41:24	0:02:10	130
77	Z192	06:39:33	6:42:42	0:03:09	189
78	K103	06:41:18	6:44:01	0:02:43	163
79	P475	06:41:29	6:44:11	0:02:42	162
80	M137	06:43:36	6:44:16	0:00:40	40
81	R272	06:42:31	6:44:27	0:01:56	116
82	M137	06:43:36	6:44:29	0:00:53	53
83	R848	06:44:06	6:45:39	0:01:33	93
84	P794	06:43:22	6:45:49	0:02:27	147
85	N197	06:43:16	6:46:07	0:02:51	171
86	W732	06:44:08	6:46:12	0:02:04	124
87	W669	06:44:56	6:47:49	0:02:53	173
88	G961	06:47:42	6:49:46	0:02:04	124
89	H309	06:47:34	6:49:55	0:02:21	141
90	Z282	06:49:08	6:51:16	0:02:08	128
91	M784	06:49:13	6:51:28	0:02:15	135
92	W087	06:50:39	6:53:07	0:02:28	148
93	Q250	06:55:43	6:57:05	0:01:22	82
94	U286	06:55:52	6:57:16	0:01:24	84
95	D408	06:57:04	6:58:44	0:01:40	100
96	K492	06:57:47	6:58:49	0:01:02	62
97	Y182	06:57:29	6:58:53	0:01:24	84
98	P019	06:58:56	7:00:26	0:01:30	90
99	P296	06:59:43	7:00:48	0:01:05	65
100	M162	07:00:01	7:01:29	0:01:28	88
101	T638	07:01:12	7:02:49	0:01:37	97
102	K851	07:02:31	7:03:48	0:01:17	77
103	Y433	07:03:39	7:04:28	0:00:49	49
104	W293	07:04:06	7:05:31	0:01:25	85

Fuente: Esquematización propia, datos recogidos en campo.

ANÁLISIS GENERAL DE VELOCIDAD DE RECORRIDO EN MOVIMIENTO 2.

En virtud de las explicaciones brindadas en el punto anterior, cuando se calcularon los parámetros del movimiento 2 (día típico), a continuación, se muestran los resultados obtenidos sin detallar en el procedimiento:

Distribución de frecuencias:

Tabla 9. Distribución de frecuencias de velocidad de recorrido, día típico.

Grupos de Velocidad		Punto Medio V_i km/h (Marca de clase)	Frecuencia Observada		Frecuencia Observada		V_i^2	$f_i \cdot V_i$	$f_i \cdot V_i^2$	f_i / V_i
Km/h			Absoluta (Fi)	Relativa (Fi/n*100)	Absoluta acumulada	Relativa acumulada				
3,5	5,49	4	45	42,86	45	42,86	16	180	720	11,25
5,5	7,49	6	43	40,95	88	83,81	36	258	1548	7,166667
7,5	9,49	8	10	9,52	98	93,33	64	80	640	1,25
9,5	11,49	10	4	3,81	102	97,14	100	40	400	0,4
11,5	13,49	12	2	1,90	104	99,05	144	24	288	0,166667
13,5	15,49	14	0	0,00	104	99,05	196	0	0	0
15,5	17,49	16	1	0,95	105	100,00	256	16	256	0,0625
17,5	19,49	18	0	0,00	105	100,00	324	0	0	0
19,5	21,49	20	0	0,00	105	100,00	400	0	0	0
21,5	23,49	22	0	0,00	105	100,00	484	0	0	0
			105	100,00				598	3852	20,30

Fuente: Esquematización propia, datos recogidos en campo.

La Tabla 9, muestra el cuadro completo de distribución de frecuencias para facilitar el cálculo de los valores estadísticos.

VALORES ESTADÍSTICOS REPRESENTATIVOS

La velocidad media (media aritmética)

$$V_t = 5,70 \text{ km/h}$$

La velocidad media Espacial (media armónica)

$$V_e = 5,17 \text{ km/h}$$

Desviación estándar:

$$S = 2,06 \text{ km/h}$$

Es decir, según este estudio, se puede esperar que, el 68,3% de todas las velocidades se encuentren dentro del intervalo:

$$3,63 \text{ km/h} < \bar{V}_t < 7,76 \text{ km/h}$$

Error estándar de la media E

n = número de velocidades observadas

$$E = 0,20 \text{ km/h}$$

Significa que, puede suponerse con un 95,5% de confianza, que la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra comprendida entre:

$$5,29 \text{ km/h} < \mu < 6,10 \text{ km/h}$$

También se puede concluir que, hay una probabilidad del 4,5%, que al estimar la velocidad media real del tránsito como 5.70 Km/h., se tenga un error máximo de ± 0.40 Km/h.

Determinación del tamaño apropiado de la muestra

Suponiendo que, se requiere determinar cuántas velocidades deben ser medidas para tener un error estándar de la media menor de ± 1.00 Km/h, entre las velocidades medias de la muestra y de la población (todo el tránsito), con una confiabilidad del 95,5%, se tiene:

$$n = 17 \text{ Vehiculos}$$

Este es menor al esperado con los datos mínimos.

La Mediana.

$$\text{Mediana} = 5,85 \text{ km/h}$$

Moda. (Velocidad modal)

La moda se define como el valor que se presenta con mayor frecuencia de la tabla inicial de datos.

Moda	5	Km/h
Se repite	40	veces

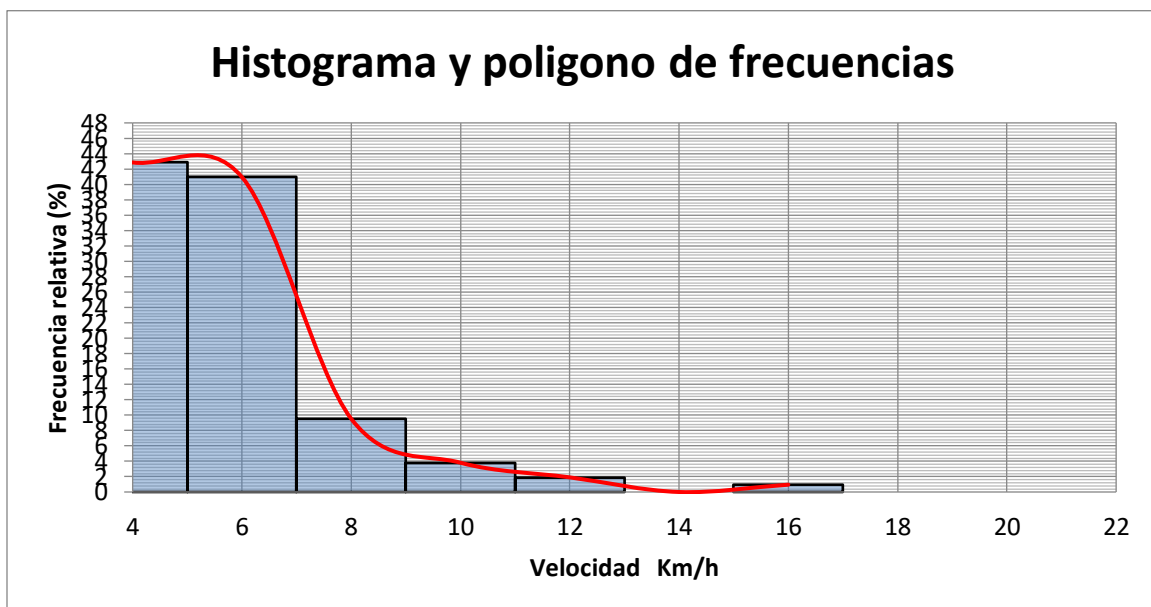


Figura 10. Histograma y polígono de frecuencias

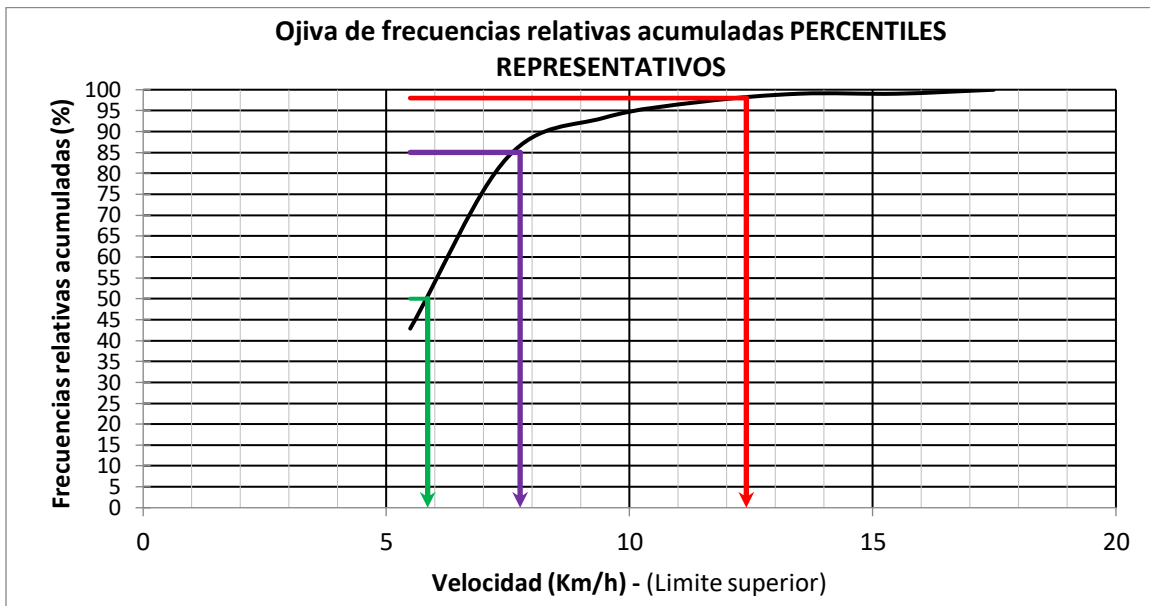


Figura 11. Curva de frecuencia relativa acumulada de velocidades de punto.

- | | | |
|-----|-----------|---|
| P50 | 5.85 Km/h | Es una medida de la calidad del flujo vehicular en sitio. Su valor es muy aproximado a la mediana y a la velocidad media temporal calculadas. |
| P85 | 7.75 Km/h | Es el límite máximo de velocidad del sitio estudiado, es decir, el 85 % de los conductores eligen viajar a 7.78 Km/h o menos de velocidad. |

CONCLUSIONES – MOVIMIENTO 2 (DIA TIPICO)

La velocidad media temporal que corresponde a la media aritmética de las velocidades, dio como resultado 5.70 km/h.

La velocidad media espacial es de 5.17 km/h. y resulta menor que la velocidad media temporal.

EL 68.3% de todas las velocidades se encuentran entre 3.63 Km/h y 7.76 Km/h

puede suponerse con un 95,5% de confianza, que la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra comprendida entre 5.29 y 6.10 Km/h, es decir, que hay una probabilidad del 4,5%, que al estimar la velocidad media real del tránsito como 5.70 Km/h., se tenga un error máximo de ± 0.40 Km/h.

El límite percentil 85 de velocidad en el movimiento es de 7.75 km/h, es decir, el 85% de los conductores pueden viajar a esta velocidad o menos.

Resumen de datos filtrados – movimiento 2 día atípico.

La Tabla 10, muestra el resumen de los datos de velocidad tomados en campo, una vez filtrados los datos de las placas tomadas al inicio y al final del recorrido.

Con estos datos obtenidos se procede a hallar los datos estadísticos representativos, prestando interés sobre todo en el resultado de la velocidad media de viaje.

Tabla 10. Datos filtrados de placas, obtenidos al inicio y final del recorrido en el movimiento 2 (Calle 17), el día 7 de marzo.

#	PLACA	Hora de paso por la carrera 13 INICIO	Hora de paso por la carrera 16 bis LLEGADA	Diferencia de tiempo	Tiempo en segundos
1	Y246	10:00:20	10:01:16	0:00:56	56
2	P069	10:02:02	10:02:35	0:00:33	33
3	K291	10:02:48	10:03:50	0:01:02	62
4	R284	10:03:55	10:04:26	0:00:31	31
5	T094	10:05:51	10:07:11	0:01:20	80
6	Z995	10:09:59	10:12:08	0:02:09	129
7	Y444	10:11:54	10:12:34	0:00:40	40
8	R841	10:12:34	10:13:46	0:01:12	72
9	C246	10:14:01	10:15:18	0:01:17	77
10	S599	10:14:36	10:15:41	0:01:05	65

11	S707	10:15:47	10:17:01	0:01:14	74
12	S537	10:17:57	10:19:01	0:01:04	64
13	X713	10:19:43	10:20:39	0:00:56	56
14	Y310	10:20:54	10:22:19	0:01:25	85
15	U437	11:00:32	11:02:21	0:01:49	109
16	R815	11:02:12	11:03:30	0:01:18	78
17	E786	11:02:56	11:03:41	0:00:45	45
18	H704	11:05:48	11:06:49	0:01:01	61
19	Y560	11:08:32	11:09:31	0:00:59	59
20	V059	11:09:06	11:10:21	0:01:15	75
21	Y551	11:10:10	11:10:46	0:00:36	36
22	Y365	11:10:00	11:10:55	0:00:55	55
23	R518	11:12:07	11:12:41	0:00:34	34
24	P861	11:15:22	11:15:58	0:00:36	36
25	T406	11:16:08	11:17:09	0:01:01	61
26	O051	11:18:04	11:18:41	0:00:37	37
27	P321	11:18:36	11:19:16	0:00:40	40
28	M245	11:18:47	11:20:21	0:01:34	94
29	Q897	11:19:11	11:20:45	0:01:34	94
30	Q283	11:20:22	11:20:50	0:00:28	28
31	P378	11:21:05	11:22:03	0:00:58	58
32	N284	11:21:28	11:22:06	0:00:38	38
33	L575	11:21:38	11:22:06	0:00:28	28
34	S480	11:22:19	11:23:31	0:01:12	72
35	W416	11:22:57	11:23:38	0:00:41	41
36	L277	11:23:20	11:23:58	0:00:38	38
37	X141	11:26:01	11:27:16	0:01:15	75
38	Y684	11:26:15	11:27:23	0:01:08	68
39	S183	11:26:50	11:27:31	0:00:41	41
40	N591	11:27:00	11:27:41	0:00:41	41
41	Y064	11:27:13	11:28:38	0:01:25	85
42	Q956	11:31:23	11:32:19	0:00:56	56
43	J863	11:31:59	11:32:34	0:00:35	35
44	T037	11:32:30	11:33:01	0:00:31	31
45	T337	11:34:06	11:35:26	0:01:20	80
46	V964	11:35:05	11:35:52	0:00:47	47
47	B819	11:34:45	11:35:56	0:01:11	71
48	X476	11:36:10	11:37:14	0:01:04	64
49	R126	11:37:24	11:38:51	0:01:27	87
50	Y685	11:37:54	11:38:57	0:01:03	63
51	X066	11:38:14	11:39:28	0:01:14	74
52	X345	11:39:57	11:40:40	0:00:43	43
53	Q013	11:40:22	11:40:51	0:00:29	29

54	Z982	11:40:42	11:41:56	0:01:14	74
55	P945	11:40:51	11:42:17	0:01:26	86
56	P095	11:41:23	11:42:26	0:01:03	63
57	U776	11:41:47	11:42:31	0:00:44	44
58	Z102	11:42:22	11:43:38	0:01:16	76
59	M085	11:42:52	11:43:43	0:00:51	51
60	O604	11:43:29	11:44:29	0:01:00	60
61	W450	11:43:42	11:44:40	0:00:58	58
62	F815	11:44:23	11:45:37	0:01:14	74
63	M944	11:44:14	11:45:41	0:01:27	87
64	N183	11:44:40	11:45:54	0:01:14	74
65	V281	11:46:26	11:47:26	0:01:00	60
66	U307	11:46:46	11:47:33	0:00:47	47
67	T558	11:47:04	11:47:40	0:00:36	36
68	T891	11:47:13	11:47:46	0:00:33	33
69	N602	11:47:22	11:48:36	0:01:14	74
70	O870	11:47:33	11:48:40	0:01:07	67
71	W773	11:48:01	11:49:01	0:01:00	60
72	P143	11:48:22	11:49:17	0:00:55	55
73	N995	11:48:41	11:49:23	0:00:42	42
74	V146	11:48:50	11:49:34	0:00:44	44
75	Y957	11:49:45	11:50:41	0:00:56	56
76	B833	11:50:56	11:52:18	0:01:22	82
77	T865	11:52:59	11:54:01	0:01:02	62
78	L101	11:53:11	11:54:10	0:00:59	59
79	O015	11:53:33	11:54:28	0:00:55	55
80	K867	11:54:18	11:55:20	0:01:02	62
81	W029	11:54:50	11:55:36	0:00:46	46
82	K336	11:55:48	11:57:09	0:01:21	81
83	U745	11:56:08	11:57:16	0:01:08	68
84	K035	11:56:39	11:57:21	0:00:42	42
85	O331	11:57:01	11:57:36	0:00:35	35
86	N660	11:57:10	11:57:42	0:00:32	32
87	P057	11:57:31	11:58:36	0:01:05	65
88	C991	11:57:45	11:58:49	0:01:04	64
89	C483	11:57:57	11:58:59	0:01:02	62
90	U569	11:58:59	12:00:32	0:01:33	93
91	Y314	11:59:34	12:00:44	0:01:10	70
92	Y893	12:00:32	12:00:59	0:00:27	27
93	R249	12:00:48	12:02:03	0:01:15	75
94	G754	12:01:54	12:02:20	0:00:26	26
95	P119	12:02:10	12:02:38	0:00:28	28
96	T702	12:02:59	12:03:52	0:00:53	53

97	M904	12:03:58	12:05:14	0:01:16	76
98	X181	12:04:36	12:05:47	0:01:11	71
99	Z311	12:05:41	12:07:02	0:01:21	81
100	T728	12:05:53	12:07:11	0:01:18	78
101	R732	12:06:29	12:07:33	0:01:04	64
102	E219	12:06:40	12:07:45	0:01:05	65
103	Z742	12:07:17	12:08:45	0:01:28	88
104	E383	12:08:20	12:09:28	0:01:08	68
105	K267	12:08:33	12:09:39	0:01:06	66
106	R447	12:09:07	12:10:16	0:01:09	69
107	Y461	12:09:25	12:10:29	0:01:04	64
108	U152	12:09:37	12:10:42	0:01:05	65
109	X057	12:09:45	12:10:50	0:01:05	65
110	X842	12:10:04	12:10:58	0:00:54	54
111	W752	12:10:51	12:12:13	0:01:22	82
112	N228	12:11:00	12:12:23	0:01:23	83
113	P062	12:11:09	12:12:32	0:01:23	83
114	W356	12:11:21	12:12:40	0:01:19	79
115	W136	12:11:49	12:12:56	0:01:07	67
116	U869	12:12:32	12:13:37	0:01:05	65
117	S837	12:12:59	12:14:18	0:01:19	79
118	Z207	12:14:26	12:15:38	0:01:12	72
119	N141	12:14:54	12:15:58	0:01:04	64
120	B638	12:15:27	12:17:04	0:01:37	97
121	Z258	12:15:46	12:17:19	0:01:33	93
122	Z308	12:16:00	12:17:36	0:01:36	96
123	R386	12:16:06	12:17:41	0:01:35	95
124	A923	12:17:20	12:18:36	0:01:16	76
125	Y411	12:17:35	12:18:42	0:01:07	67
126	M366	12:18:16	12:18:58	0:00:42	42
127	T895	12:18:47	12:19:17	0:00:30	30

Fuente: Esquematización propia, datos recogidos en campo.

ANÁLISIS GENERAL DE VELOCIDAD DE RECORRIDO EN MOVIMIENTO 2.

En virtud de las explicaciones brindadas en el punto anterior, cuando se calcularon los parámetros del movimiento 2 (día atípico), a continuación, se muestran los resultados obtenidos sin detallar en el procedimiento:

Distribución de frecuencias:

Tabla 11. Distribución de frecuencias de velocidad de recorrido, día atípico.

Grupos de Velocidad		Punto Medio V_i km/h (Marca de clase)	Frecuencia Observada		Frecuencia Observada		V_j^2	$f_i \cdot V_i$	$f_i \cdot V_i^2$	f_i / V_i
Km/h			Absoluta (Fi)	Relativa (Fi/n*100)	Absoluta acumulada	Relativa acumulada				
9,5	13,49	11	7	5,51	7	5,51	121	77	847	0,636364
13,5	17,49	15	33	25,98	40	31,50	225	495	7425	2,2
17,5	21,49	19	39	30,71	79	62,20	361	741	14079	2,052632
21,5	25,49	23	12	9,45	91	71,65	529	276	6348	0,521739
25,5	29,49	27	7	5,51	98	77,17	729	189	5103	0,259259
29,5	33,49	31	10	7,87	108	85,04	961	310	9610	0,322581
33,5	37,49	35	7	5,51	115	90,55	1225	245	8575	0,2
37,5	41,49	39	5	3,94	120	94,49	1521	195	7605	0,128205
41,5	45,49	43	5	3,94	125	98,43	1849	215	9245	0,116279
45,5	49,49	47	2	1,57	127	100,00	2209	94	4418	0,042553
			127	100,00				2837	73255	6,48

Fuente: Esquematización propia, datos recogidos en campo.

La Tabla 11, muestra el cuadro completo de distribución de frecuencias para facilitar el cálculo de los valores estadísticos.

VALORES ESTADÍSTICOS REPRESENTATIVOS

La velocidad media (media aritmética)

$$V_t = 22,34 \text{ km/h}$$

La velocidad media Espacial (media armónica)

$$V_e = 19,60 \text{ km/h}$$

Desviación estándar:

$$S = 8,82 \text{ km/h}$$

Es decir, según este estudio, se puede esperar que el 68,3% de todas las velocidades se encuentren dentro del intervalo.

$$13,52 \text{ km/h} < \bar{V}_t < 31,16 \text{ km/h}$$

Error estándar de la media E

n = número de velocidades observadas

$$E = 0,78 \text{ km/h}$$

Significa que puede suponerse con un 95,5% de confianza, que la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra comprendida entre:

$$20,77 \text{ km/h} < \mu < 23,90 \text{ km/h}$$

También se puede concluir que hay una probabilidad del 4,5%, que al estimar la velocidad media real del tránsito como 22,34 Km/h., se tenga un error máximo de \pm 1.57Km/h.

Determinación del tamaño apropiado de la muestra

Suponiendo que, se requiere determinar cuántas velocidades deben ser medidas para tener un error estándar de la media, menor de ± 2.00 Km/h, entre las velocidades medias de la muestra y de la población (todo el tránsito), con una confiabilidad del 95,5%, se tiene:

$$n = 78 \text{ Vehiculos}$$

Este es menor al esperado con los datos mínimos.

La Mediana.

$$\text{Mediana} = 19,91 \text{ km/h}$$

Moda. (Velocidad modal)

La moda se define como el valor que se presenta con mayor frecuencia. De la tabla inicial de datos.

Moda	20	Km/h
Se repite	18	veces

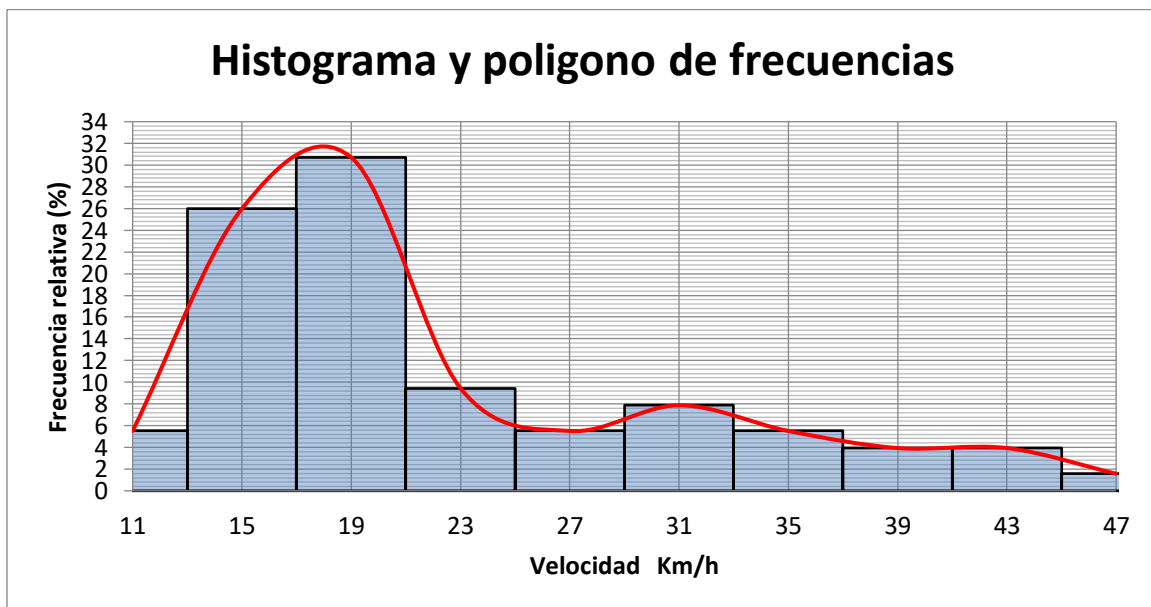


Figura 12. Histograma y polígono de frecuencias

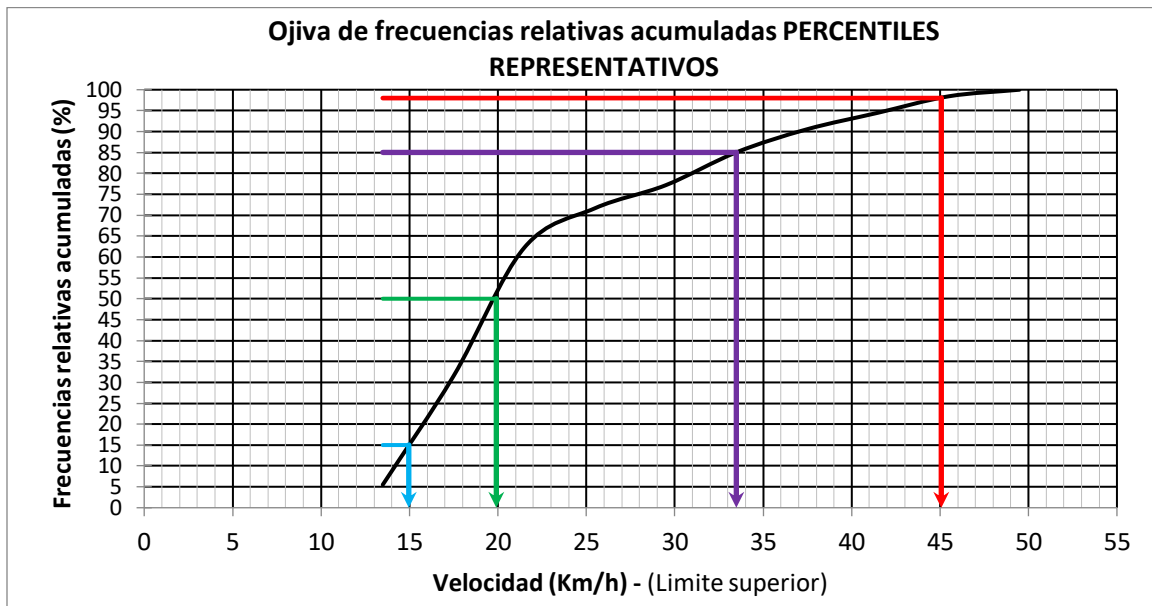


Figura 13. Curva de frecuencia relativa acumulada de velocidades de punto.

P15	14.96 Km/h	Es el límite mínimo de velocidad del sitio estudiado, es decir, solo el 15% de los conductores lleva una velocidad igual o inferior a 15 Km/h .
P50	19.91 Km/h	Es una medida de la calidad del flujo vehicular en sitio. Su valor es muy aproximado a la mediana y a la velocidad media temporal calculadas.
P85	33.48 Km/h	Es el límite máximo de velocidad del sitio estudiado, es decir, el 85 % de los conductores eligen viajar a 33.5 Km/h o menos velocidad.
P98	45.07 Km/h	Es la velocidad del proyecto o diseño de la vía.

CONCLUSIONES – MOVIMIENTO 2 (DIA ATIPICO)

La velocidad media temporal que, corresponde a la media aritmética de las velocidades, dio como resultado 22,34 km/h.

La velocidad media espacial es de 19,60 km/h, y resulta menor que la velocidad media temporal.

El 68.3% de todas las velocidades, se encuentran entre 13,52 Km/h y 31,16 Km/h. puede suponerse con un 95,5% de confianza, que la velocidad media real de todo el tránsito se encuentra comprendida entre 20,77 y 23,90 Km/h es decir: que hay una probabilidad del 4,5%, que al estimar la velocidad media real del tránsito como 22,34 Km/h., se tenga un error máximo de ± 1.57 Km/h.

El límite percentil 85 de velocidad en el movimiento es de 33,48 km/h, es decir, el 85% de los conductores pueden viajar a esta velocidad o menos.

OBSERVACIONES

La velocidad a la que se desplazan los vehículos en el día atípico en hora pico, se reduce aproximadamente a la cuarta parte de la habitual para horas de menor flujo. Para este movimiento en el día atípico (hora pico) se presentan disminuciones de velocidad de operación, formación de colas debido al aumento de volumen vehicular.

En la calle 17, no hay presencia de señalización reglamentaria, la velocidad aceptable para el tránsito vehicular sería de 30 km/h, en virtud de las intersecciones.

ANEXO 5.

PROPUESTA DE SOLUCION VIAL

PROPUESTA DE SOLUCIÓN VIAL

La implementación de los aforos vehiculares, tanto de volumen como de velocidad que, se ejecutaron a cabalidad sobre los tres flujos que convergen en este cruce vial de la calle 17 con carreras 14 y 15 de la ciudad de Pereira, permitió entender que, el arreglo vial donde se involucró el paso a desnivel para conectar con la calle 17, el carril de trayectoria norte – sur de la avenida Ferrocarril, después de 28 años de estar en operación, se ve ahora amenazado en su funcionalidad vial por el incremento del parque automotor en esta ciudad, ya que, debe soportar un alto volumen de vehículos, los cuales hacen su paso por estas vías, a una velocidad relativamente baja en medio de represamientos, cada vez más comunes.

Desde la perspectiva de la funcionalidad, este cruce vial no es eficiente porque cada flujo vehicular debe detenerse de manera obligatoria a su llegada al semáforo y esperar el cambio a luz verde de dos semáforos más, antes de que puedan continuar la marcha y este lapso de tiempo es suficiente, para que se forme el represamiento vial en el que se ven atrapados conductores con distintos lugares de origen y destino, haciendo parte de colas con distancias superiores a 400 metros, las cuales no son evacuadas durante el tiempo de luz verde, especialmente en el movimiento N° 1.

Detectada la necesidad de evitar, especialmente que, los dos mayores flujos de vehículos que avanzan por la carrera 14 y la calle 17, deban detenerse en esta intersección, es que surgen las siguientes ideas prácticas y económicas desde el punto de vista de la modificación vial que, se propone como, la solución más viable al problema de congestión vehicular; veamos en detalle las decisiones y procedimientos que involucra.

MODIFICACIONES VIALES Y GEOMETRÍA DE LAS VÍAS

En primer lugar, el propósito inmediato es eliminar los tres semáforos existentes en este cruce vial de la ciudad, el cual, a partir de dichas modificaciones, no requerirá de estas señales de tránsito luminosas que regulan el tráfico de forma inteligente.

Se propone además que, dadas las actuales condiciones de bajo flujo vehicular que posee la carrera 15, según aforos realizados, esta vía, identificada como movimiento N° 3, es la que aporta menos vehículos a la intersección con un total de 2852 para día típico y 2120 para día atípico y, es utilizada especialmente por los conductores que, procedentes del oriente de la ciudad, llegan a través de la avenida Belalcázar a tomar el desvío a la derecha en la calle 18 y avanzar hasta la carrera 15, para conectar con la calle 17 y continuar su marcha hacia el sur de la ciudad, aunque también es usada en una cantidad menos considerable, por algunos conductores que procedentes del centro de la ciudad por la calle 18, la toman como alternativa para evitar la carrera 14 (movimiento 1) y continuar hacia el sur de la ciudad, para ello, se propone invertir el sentido del flujo de la carrera 15, desde la calle 17, hasta la calle 18, a partir de la cual, actualmente el sentido ya avanza en esa misma dirección hacia el occidente de la ciudad, eso sí, instalando la debida señalización del nuevo sentido de la vía, es decir que, esta decisión no generará mayores complicaciones, ya que, si de porcentaje de participación nos referimos este movimiento aporta menos del 10% del flujo total de la intersección. Como alternativa de solución para conectarse desde la avenida Belalcázar hacia el sur de la ciudad, se espera que estos conductores tomen el desvío de la calle 19 y avancen hasta la carrera 14, donde podrán doblar a la derecha para conectar luego con la calle 17 y continuar hacia el sur de la ciudad.



Fotografía 1. Vista general carrera 15 en la actualidad.

(Fuente: Google Maps)

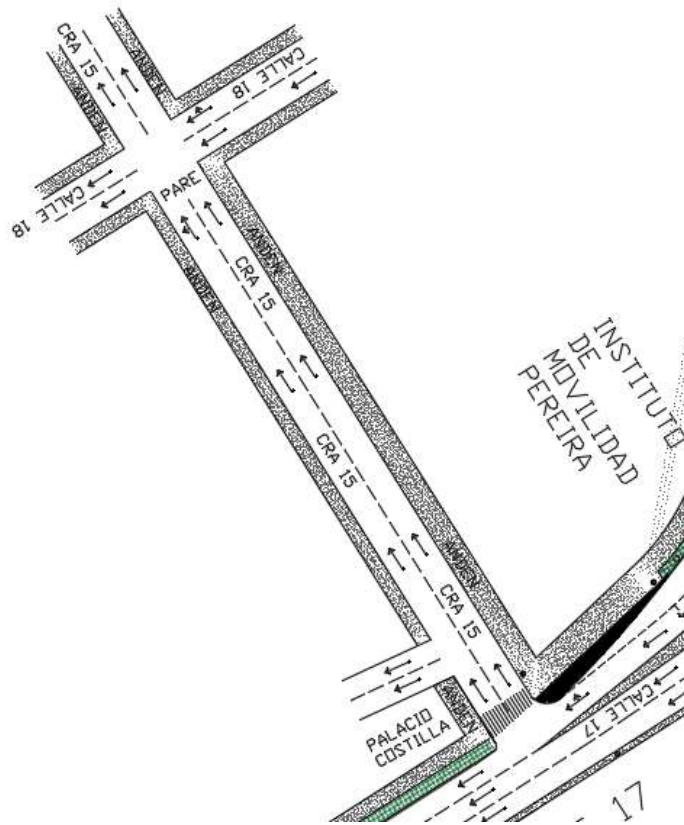


Figura 1. Propuesta de solución carrera 15.

(Fuente: Esquematación propia a partir de AutoCAD)

Ahora bien, teniendo en cuenta que, con esta medida de invertir el flujo vial de la carrera 15, el cruce vehicular en estudio se reduce a dos flujos, es preciso proponer en principio, una modificación para el separador de la calle 17, tendiente a disminuir la medida actual de su ancho, justo cuando recibe el flujo de vehículos provenientes del paso a desnivel; dicha modificación, consiste en dar continuidad al separador tipo New Jersey que ya se encuentra instalado después del cruce peatonal sobre la calle 17, de tal forma que, permita generar allí un mayor espacio sobre este costado, con el propósito de guiar y alinear estos dos carriles de flujo de la calle 17, con los dos carriles (izquierdo y central) ya existentes sobre la calle 17, después del cruce peatonal y así, mantener este flujo vehicular del movimiento N° 2, ya que, según aforos realizados, es el que más aporta vehículos a la intersección.



Fotografía 2. Vista general carrera 17 en la actualidad.

(Fuente: Archivo propio)

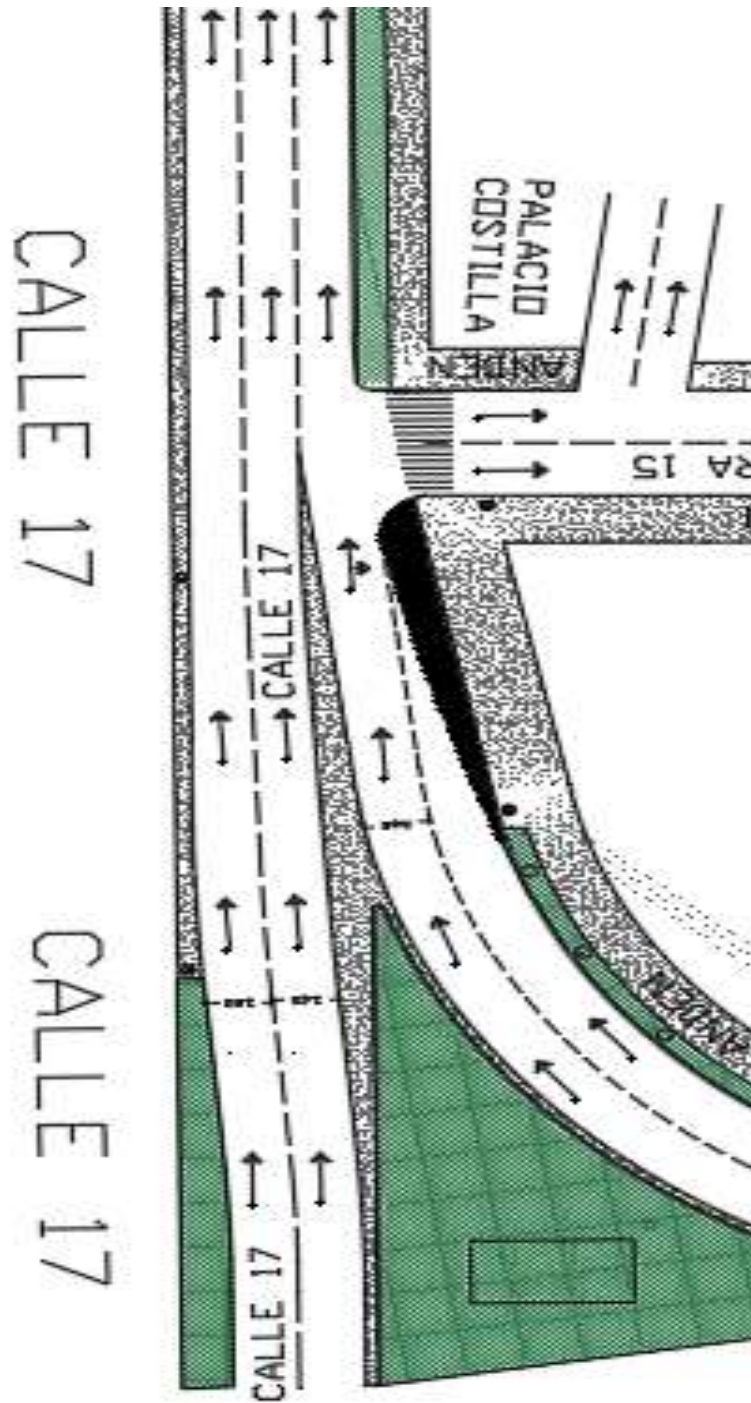


Figura 2. Propuesta de solución carrera 17.

(Fuente: Esquematzación propia a partir de AutoCAD)

Seguidamente, después de haber conseguido con el separador New Jersey que, los dos carriles de la calle 17, se desplacen de manera conjunta hacia el costado izquierdo, generando un espacio sobre el lado derecho de la vía, es viable modificar el sardinel del costado derecho que, divide actualmente los flujos de la calle 17 y la carrera 14, para permitir que, los usuarios que descienden por la carrera 14, se conecten con el carril derecho o tercer carril que ya existe después del paso peatonal sobre la calle 17, sin provocar obstrucción o amenaza de accidente entre los dos flujos, destacando que, de manera previa, se deberán implementar señales de tránsito sobre la superficie de la vía en la carrera 14, para reducir los dos carriles existentes a uno sólo, y así permitir que ingrese un vehículo a la vez a la calle 17; esta decisión no causará mayores traumatismos porque, según el aforo vehicular realizado en este lugar, la carrera 14, es el segundo movimiento en aportar cantidad de flujo vehicular a la intersección y adicional a la reducción de carril, se contará con el beneficio de que, con la eliminación del semáforo, el flujo de vehículos no tendrá que detenerse en este sitio.



Fotografía 3. Vista general intersección de las tres afluencias en la actualidad.

(Fuente: Archivo propio)

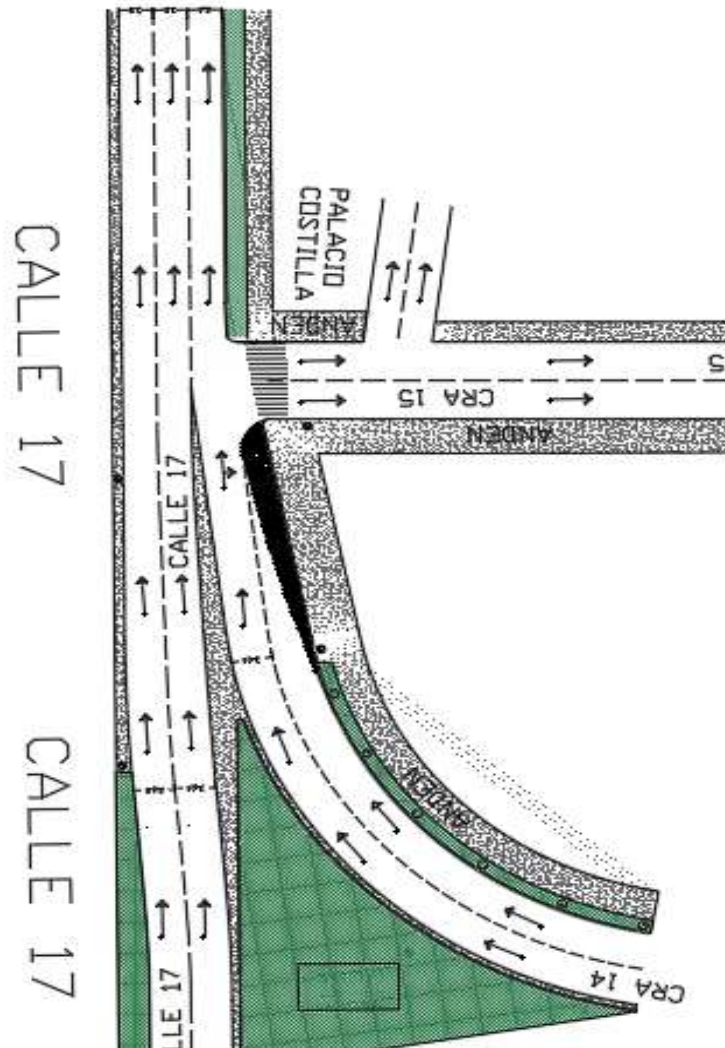


Figura 3. Propuesta de solución general.

(Fuente: Esquematación propia a partir de AutoCAD)

Las cuatro modificaciones planteadas, permiten que los usuarios de estas vías, puedan transitar de manera segura, cómoda y sin la necesidad de detener la marcha en este cruce, porque se propone desmontar los semáforos, se tendrá un flujo menos en el cruce y los arreglos geométricos propuestos, facilitarán las condiciones de flujo constante.

Estos cambios propuestos para mejorar la movilidad en este cruce vial, requerirán de otro tipo de decisiones viales en el entorno, necesarias para no perturbar a peatones y conductores que frecuentan esta zona de la ciudad:

ELEMENTOS ADICIONALES

Puente peatonal: considerando que, la eliminación de los tres semáforos, permitirá un flujo constante en este sector, traerá consigo la suspensión del cruce peatonal sobre la vía, por lo que, se deberá contemplar la posibilidad de construir un puente para peatones en este sector, o esperar a que se construya el puente San José II que se tiene proyectado en este sector para que, las personas crucen a pie desde el sector de la Gobernación hasta la zona cercana a la iglesia San José y al Hotel Movich.



Fotografía 4. Vista virtual del puente peatonal puente San José II

Fuente: El Diario, de la ciudad de Pereira

Líneas horizontales de carril: es preciso hacer este tipo de demarcación vial, desde el punto donde, el paso a desnivel se conecta con la calle 17, para generar una continuidad con las líneas de carril existentes después del actual cruce peatonal.

Señales de tránsito adicionales: dado que, el flujo vehicular, en adelante, no se detendría en este punto, será necesario regular la velocidad de los dos flujos, mediante la instalación de señales verticales de tránsito, que regulen el flujo urbano a Vel. Max. 30 km/h.



Figura 4. Señal de tránsito de velocidad máxima permitida.

(Tomado de: Shutterstock)

Invertir el sentido vial para la Calle 18, entre la carrera 15 y la avenida

Belalcázar: contemplando este tipo de modificaciones ya expuestas, se podrá obtener de forma adicional un acceso rápido a la avenida Belalcázar, para los vehículos que salen por la calle 18, del sector centro de la ciudad hacia el sur y el occidente, invirtiendo el flujo vehicular de la calle 18, desde la carrera 15 hasta la avenida Belalcázar, convirtiéndose en un flujo de desahogo para este sector centro y para el cruce vial en estudio, ya que, los conductores que avanzan por la calle 18, buscando tomar la avenida Belalcázar, no tendrán

que girar a la izquierda sobre la carrera 14, sino que, seguirán de frente sobre la calle 18, para conectarse de forma rápida con la avenida Belalcázar.



Fotografía 4. Vista general calle 18, entre carrera 15 y avenida Belalcázar en la actualidad.

(Fuente: Google Maps)

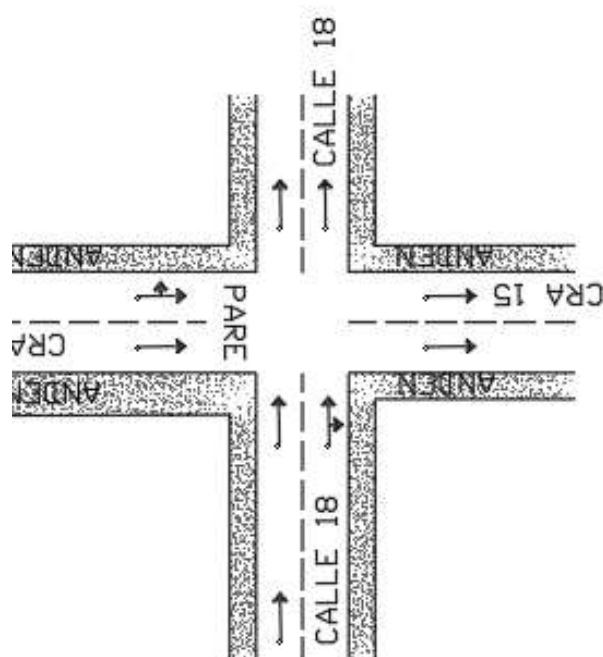


Figura 5. Propuesta de solución calle 18, entre carrera 15 y avenida Belalcázar.

(Fuente: Esquematación propia a partir de AutoCAD.

DIBUJO VISTA GENERAL

ACTUAL – PROPUESTA

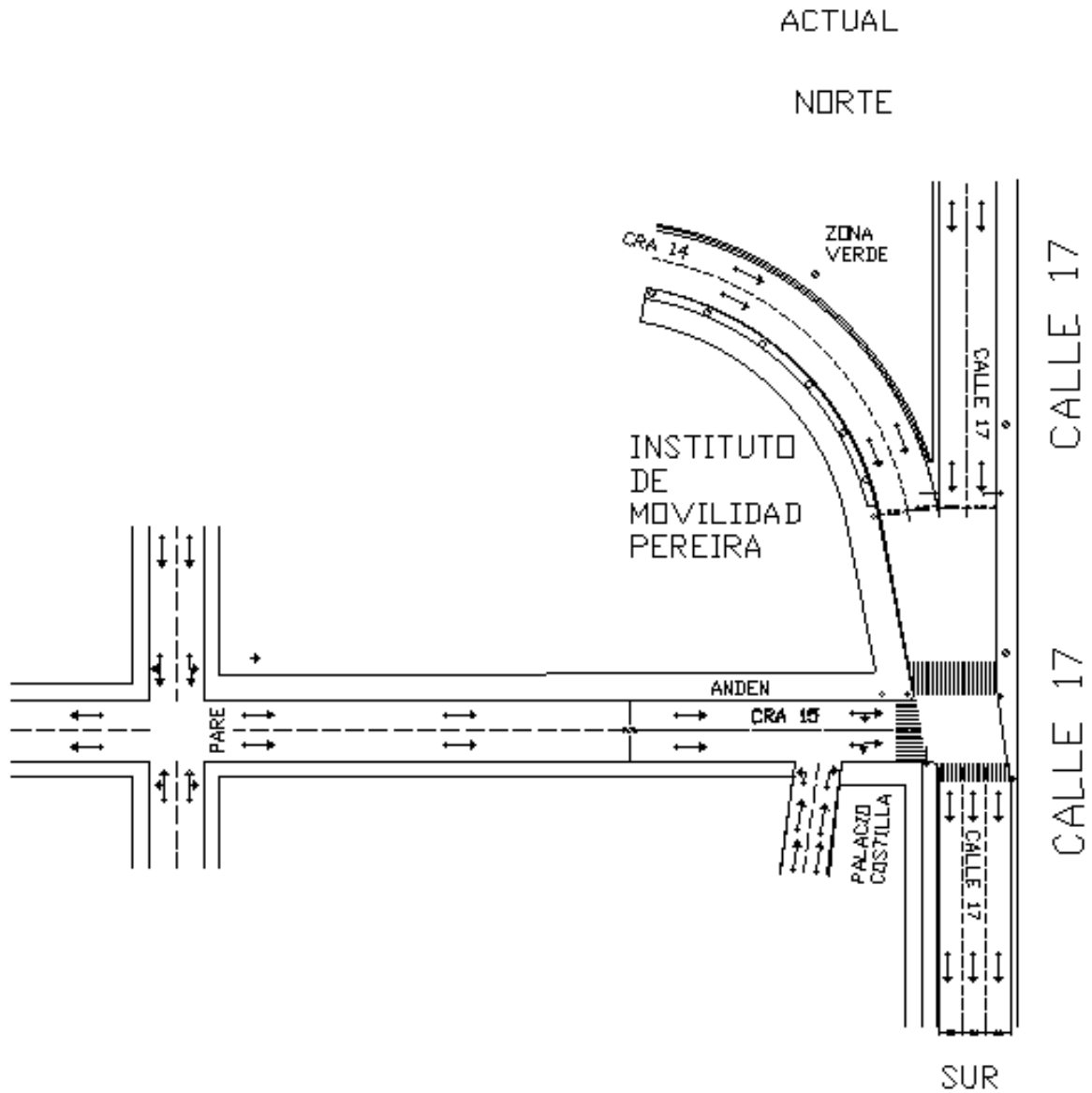


Figura 6. Dibujo vista general de la intersección y el entorno que lo rodea,

-En la actualidad-

