



PRIMERA TOMA DE VELOCIDAD					
ONDULADO					
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		
N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h	N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h
36	84	52.20	36	71	44.12
37	80	49.71	37	72	44.74
38	33	20.51	38	81	50.33
39	37	22.99	39	79	49.09
40	78	48.47	40	73	45.36
41	85	52.82	41	73	45.36
42	86	53.44	42	36	22.37
43	89	55.30	43	85	52.82
44	82	50.95	44	85	52.82
45	33	20.51	45	83	51.57
46	30	18.64	46	84	52.20
47	85	52.82	47	83	51.57
48	84	52.20	48	81	50.33
49	87	54.06	49	86	53.44
50	74	45.98	50	82	50.95
51	75	46.60	51	30	18.64
52	76	47.22	52	31	19.26
53	30	18.64	53	78	48.47
54	76	47.22	54	81	50.33
55	37	22.99	55	80	49.71
56	78	48.47	56	37	22.99
57	74	45.98	57	82	50.95
58	39	24.23	58	37	22.99
59	74	45.98	59	68	42.25
60	29	18.02	60	83	51.57
61	84	52.20	61	81	50.33
62	78	48.47	62	80	49.71
63	79	49.09	63	78	48.47
64	75	46.60	64	77	47.85
65	78	48.47	65	78	48.47
66	82	50.95	66	84	52.20
67	81	50.33	67	36	22.37
68	80	49.71	68	39	24.23
69	75	46.60	69	80	49.71
70	86	53.44	70	85	52.82
71	35	21.75	71	79	49.09
72	37	22.99	72	79	49.09
73	58	36.04	73	40	24.85
74	81	50.33	74	39	24.23
75	79	49.09	75	78	48.47
76	80	49.71	76	80	49.71



PRIMERA TOMA DE VELOCIDAD					
ONDULADO					
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		
N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h	N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h
77	84	52.20	77	82	50.95
78	74	45.98	78	76	47.22
79	37	22.99	79	75	46.60
80	86	53.44	80	79	49.09
81	81	50.33	81	33	20.51
82	81	50.33	82	69	42.87
83	76	47.22	83	77	47.85
84	79	49.09	84	78	48.47
85	85	52.82	85	79	49.09
86	86	53.44	86	73	45.36
87	82	50.95	87	78	48.47
88	39	24.23	88	78	48.47
89	81	50.33	89	36	22.37
90	84	52.20	90	80	49.71
91	83	51.57	91	81	50.33
92	77	47.85	92	79	49.09
93	75	46.60	93	39	24.23
94	74	45.98	94	79	49.09
95	35	21.75	95	38	23.61
96	30	18.64	96	85	52.82
97	86	53.44	97	73	45.36
98	82	50.95	98	75	46.60
99	79	49.09	99	79	49.09
100	76	47.22	100	85	52.82
101	84	52.20	101	79	49.09
102	88	54.68	102	82	50.95
103	83	51.57	103	82	50.95
104	80	49.71	104	76	47.22
105	74	45.98	105	85	52.82
106	39	24.23	106	37	22.99
107	88	54.68	107	86	53.44
108	86	53.44	108	82	50.95
109	82	50.95	109	80	49.71
110	85	52.82	110	86	53.44
VMM = 45.191 Mi/h			VMM = 44.366 Mi/h		
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		

Fuente: Propia



Tabla 10: Ficha de Observación-Terreno Plano

SEGUNDA TOMA DE VELOCIDAD					
PLANO					
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		
N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h	N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h
1	50	31.07	1	66	41.01
2	50	31.07	2	69	42.87
3	44	27.34	3	73	45.36
4	73	45.36	4	75	46.60
5	90	55.92	5	73	45.36
6	78	48.47	6	78	48.47
7	85	52.82	7	61	37.90
8	85	52.82	8	70	43.50
9	90	55.92	9	74	45.98
10	47	29.20	10	61	37.90
11	70	43.50	11	65	40.39
12	74	45.98	12	64	39.77
13	68	42.25	13	83	51.57
14	72	44.74	14	77	47.85
15	90	55.92	15	72	44.74
16	79	49.09	16	69	42.87
17	38	23.61	17	68	42.25
18	49	30.45	18	60	37.28
19	50	31.07	19	64	39.77
20	55	34.18	20	68	42.25
21	87	54.06	21	35	21.75
22	47	29.20	22	83	51.57
23	75	46.60	23	81	50.33
24	77	47.85	24	66	41.01
25	37	22.99	25	81	50.33
26	86	53.44	26	85	52.82
27	91	56.54	27	87	54.06
28	78	48.47	28	44	27.34
29	79	49.09	29	74	45.98
30	81	50.33	30	79	49.09
31	45	27.96	31	73	45.36
32	79	49.09	32	78	48.47
33	85	52.82	33	85	52.82
34	86	53.44	34	86	53.44
35	85	52.82	35	87	54.06
36	33	20.51	36	88	54.68



SEGUNDA TOMA DE VELOCIDAD					
PLANO					
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		
N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h	N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h
37	72	44.74	37	85	52.82
38	73	45.36	38	74	45.98
39	74	45.98	39	36	22.37
40	90	55.92	40	46	28.58
41	88	54.68	41	52	32.31
42	89	55.30	42	66	41.01
43	83	51.57	43	78	48.47
44	92	57.17	44	44	27.34
45	85	52.82	45	43	26.72
46	90	55.92	46	73	45.36
47	87	54.06	47	49	30.45
48	88	54.68	48	62	38.53
49	87	54.06	49	72	44.74
50	88	54.68	50	70	43.50
51	90	55.92	51	72	44.74
52	89	55.30	52	79	49.09
53	91	56.54	53	78	48.47
54	73	45.36	54	74	45.98
55	77	47.85	55	72	44.74
56	96	59.65	56	85	52.82
57	85	52.82	57	86	53.44
58	92	57.17	58	83	51.57
59	90	55.92	59	81	50.33
60	56	34.80	60	79	49.09
61	54	33.55	61	78	48.47
62	81	50.33	62	75	46.60
63	87	54.06	63	95	59.03
64	83	51.57	64	94	58.41
65	36	22.37	65	92	57.17
66	53	32.93	66	88	54.68
67	85	52.82	67	81	50.33
68	82	50.95	68	78	48.47
69	90	55.92	69	60	37.28
70	89	55.30	70	78	48.47
71	65	40.39	71	79	49.09
72	78	48.47	72	62	38.53
73	89	55.30	73	42	26.10
74	87	54.06	74	75	46.60
75	86	53.44	75	79	49.09
76	35	21.75	76	70	43.50



SEGUNDA TOMA DE VELOCIDAD					
PLANO					
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		
N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h	N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h
77	33	20.51	77	72	44.74
78	98	60.89	78	79	49.09
79	41	25.48	79	81	50.33
80	81	50.33	80	78	48.47
81	79	49.09	81	73	45.36
82	92	57.17	82	77	47.85
83	73	45.36	83	79	49.09
84	68	42.25	84	75	46.60
85	66	41.01	85	77	47.85
86	65	40.39	86	74	45.98
87	68	42.25	87	72	44.74
88	90	55.92	88	35	21.75
89	45	27.96	89	85	52.82
90	95	59.03	90	83	51.57
91	85	52.82	91	90	55.92
92	91	56.54	92	88	54.68
93	89	55.30	93	34	21.13
94	69	42.87	94	65	40.39
95	81	50.33	95	68	42.25
96	83	51.57	96	69	42.87
97	79	49.09	97	72	44.74
98	72	44.74	98	52	32.31
99	70	43.50	99	72	44.74
100	68	42.25	100	65	40.39
101	99	61.52	101	60	37.28
102	90	55.92	102	88	54.68
103	79	49.09	103	81	50.33
104	75	46.60	104	83	51.57
105	73	45.36	105	68	42.25
106	75	46.60	106	88	54.68
107	77	47.85	107	86	53.44
108	86	53.44	108	57	35.42
109	78	48.47	109	69	42.87
110	48	29.83	110	31	19.26
VMM =		46.625 Mi/h	VMM =		44.586 Mi/h
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		

Fuente: Propia



Tabla 11: Ficha de Observación-Terreno Rampa y Pendiente Especifica

TERCERA TOMA DE VELOCIDAD					
RAMPA ESPECIFICA/ PENDIENTE ESPECIFICA					
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		
N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h	N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h
1	20	12.43	1	35	21.75
2	21	13.05	2	21	13.05
3	31	19.26	3	25	15.53
4	26	16.16	4	31	19.26
5	35	21.75	5	28	17.40
6	21	13.05	6	38	23.61
7	29	18.02	7	26	16.16
8	41	25.48	8	23	14.29
9	57	35.42	9	29	18.02
10	41	25.48	10	43	26.72
11	40	24.85	11	29	18.02
12	34	21.13	12	29	18.02
13	41	25.48	13	41	25.48
14	32	19.88	14	38	23.61
15	31	19.26	15	36	22.37
16	50	31.07	16	30	18.64
17	51	31.69	17	47	29.20
18	41	25.48	18	51	31.69
19	40	24.85	19	40	24.85
20	39	24.23	20	38	23.61
21	42	26.10	21	36	22.37
22	36	22.37	22	45	27.96
23	24	14.91	23	25	15.53
24	27	16.78	24	40	24.85
25	39	24.23	25	33	20.51
26	39	24.23	26	34	21.13
27	40	24.85	27	34	21.13
28	32	19.88	28	37	22.99
29	45	27.96	29	43	26.72
30	45	27.96	30	42	26.10
31	44	27.34	31	32	19.88
32	45	27.96	32	46	28.58
33	38	23.61	33	36	22.37
34	36	22.37	34	26	16.16
35	38	23.61	35	26	16.16
36	38	23.61	36	28	17.40



TERCERA TOMA DE VELOCIDAD					
RAMPA ESPECIFICA/ PENDIENTE ESPECIFICA					
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		
N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h	N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h
37	30	18.64	37	27	16.78
38	46	28.58	38	37	22.99
39	34	21.13	39	43	26.72
40	30	18.64	40	29	18.02
41	45	27.96	41	36	22.37
42	38	23.61	42	34	21.13
43	41	25.48	43	33	20.51
44	39	24.23	44	41	25.48
45	44	27.34	45	35	21.75
46	40	24.85	46	39	24.23
47	38	23.61	47	48	29.83
48	37	22.99	48	39	24.23
49	39	24.23	49	51	31.69
50	29	18.02	50	48	29.83
51	36	22.37	51	44	27.34
52	49	30.45	52	36	22.37
53	50	31.07	53	45	27.96
54	50	31.07	54	37	22.99
55	30	18.64	55	17	10.56
56	50	31.07	56	19	11.81
57	48	29.83	57	39	24.23
58	35	21.75	58	35	21.75
59	43	26.72	59	30	18.64
60	40	24.85	60	32	19.88
61	36	22.37	61	24	14.91
62	31	19.26	62	26	16.16
63	35	21.75	63	45	27.96
64	30	18.64	64	46	28.58
65	35	21.75	65	43	26.72
66	43	26.72	66	51	31.69
67	40	24.85	67	34	21.13
68	41	25.48	68	35	21.75
69	43	26.72	69	42	26.10
70	36	22.37	70	41	25.48
71	35	21.75	71	32	19.88
72	34	21.13	72	19	11.81
73	36	22.37	73	23	14.29
74	45	27.96	74	24	14.91
75	43	26.72	75	26	16.16
76	34	21.13	76	27	16.78



TERCERA TOMA DE VELOCIDAD					
RAMPA ESPECIFICA/ PENDIENTE ESPECIFICA					
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		
N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h	N°	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mi/h
77	32	19.88	77	28	17.40
78	35	21.75	78	45	27.96
79	36	22.37	79	44	27.34
80	34	21.13	80	32	19.88
81	38	23.61	81	37	22.99
82	48	29.83	82	31	19.26
83	32	19.88	83	32	19.88
84	42	26.10	84	35	21.75
85	40	24.85	85	42	26.10
86	40	24.85	86	41	25.48
87	38	23.61	87	26	16.16
88	37	22.99	88	25	15.53
89	37	22.99	89	26	16.16
90	36	22.37	90	27	16.78
91	27	16.78	91	29	18.02
92	40	24.85	92	30	18.64
93	28	17.40	93	31	19.26
94	28	17.40	94	32	19.88
95	33	20.51	95	33	20.51
96	31	19.26	96	45	27.96
97	30	18.64	97	43	26.72
98	38	23.61	98	44	27.34
99	35	21.75	99	45	27.96
100	40	24.85	100	47	29.20
101	41	25.48	101	34	21.13
102	31	19.26	102	33	20.51
103	42	26.10	103	37	22.99
104	32	19.88	104	39	24.23
105	35	21.75	105	33	20.51
106	36	22.37	106	42	26.10
107	46	28.58	107	41	25.48
108	38	23.61	108	44	27.34
109	43	26.72	109	35	21.75
110	37	22.99	110	37	22.99
VMM = 23.290 Mi/h			VMM = 21.906 Mi/h		
SENTIDO : TICA TICA-IZCUCHACA			SENTIDO : IZCUCHACA-TICA TICA		

Fuente: Propia

Figura 35: Toma de velocidades en campo con pistola radar de bushnell



Fuente: Propia

Figura 36: Toma de velocidades en campo con pistola radar de bushnell



Fuente: Propia

**Resumen de velocidades**

De acuerdo a las tablas anteriores en el tipo de terreno ondulado se obtuvieron los siguientes datos de velocidades:

Para el sentido directo la velocidad máxima hallada es de 89 km/h (55.3 mi/h), y la velocidad mínima es de 29 km/h (18.02 mi/h).

Para el sentido opuesto la velocidad máxima hallada es de 87 km/h (54.06 mi/h), y la velocidad mínima es de 30 km/h (18.64 mi/h).

En el tipo de terreno plano se obtuvieron los siguientes datos de velocidades:

Para el sentido directo la velocidad máxima hallada es de 99 km/h (61.52 mi/h), y la velocidad mínima es de 33 km/h (20.51 mi/h).

Para el sentido opuesto la velocidad máxima hallada es de 95 km/h (59.03 mi/h), y la velocidad mínima es de 31 km/h (19.26 mi/h).

En el tipo de terreno rampa/pendiente específica se obtuvieron los siguientes datos de velocidades:

Para el sentido directo la velocidad máxima hallada es de 57 km/h (35.42 mi/h), y la velocidad mínima es de 20 km/h (12.43 mi/h).

Para el sentido opuesto la velocidad máxima hallada es de 51 km/h (31.69 mi/h), y la velocidad mínima es de 17 km/h (10.56 mi/h).

Para el caso de pelotones (colas de vehículos) estos toman normalmente la velocidad del vehículo pesado que los lidera el cual tiene un valor máximo de 37 km/h (23 mi/h).

3.5.3. Determinación del día y hora con mayor demanda de vehículos

3.5.3.1. Determinación de la hora punta probable

Equipos y herramientas utilizadas

Las herramientas usadas son:

- Encuestas.
- Fichas de seguimiento.

Procedimiento y toma de datos

Para determinar la hora punta en el tramo Arco Tica Tica-Izcuchaca se realizaron las siguientes actividades:

- Primero, se formuló una encuesta que nos ayude a identificar el día de la semana con más flujo vehicular y los periodos de tiempo durante el día más cargado (hora punta). La cual se aplicó a 10 conductores de vehículos de transporte interprovincial, como se muestra en la *Figura 37*.
- Segundo, se validó la hora punta con las fichas de seguimiento, realizadas durante la determinación de las progresivas, desde las 7:00 am hasta 7:00 pm.
- Tercero, se aplicó una encuesta a un efectivo policial de la Comisaria de Poroy, para determinar el día con más flujo vehicular de la semana y la hora punta.

Figura 37: Aplicación de la encuesta a los conductores de vehículos



Fuente: Propia

Figura 38: Aplicación de la encuesta a los conductores de vehículos



Fuente: Propia

Figura 39: Encuesta realizada en la comisaría de Poroy





Fuente: Propia

Figura 40: Encuesta para determinar el día de la semana con más flujo vehicular y hora punta

"DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO, SEGÚN MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM 2010) EN LA VÍA PE-3S TRAMO ARCO TICA TICA-IZCUCHACA"

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ALUMNOS: **AYALA CUSIHUALLPA, JULIO CESAR**
CUENTAS CARDENAS, MARIO ESELENDER

ENCUESTA PARA DETERMINAR LA HORA PUNTA - FUENTE PROPIA

DIA:
FECHA:

NOMBRE:
EDAD:

Buen día a continuación se le solicita que llene la siguiente encuesta respecto a la hora punta en el tramo de carretera Arco Tica Tica - Izcuchaca.

- ¿Cuál es su horario de trabajo?**
 - 1 vez por semana
 - 2 veces por semana
 - 3 veces por semana
 - mas de 4 veces por semana
- Diga Ud. durante su recorrido de arco Tica Tica – Izcuchaca, que día de la semana atraviesa por cola de vehículos más largas.**
 - lunes
 - martes
 - miércoles
 - jueves
 - viernes
 - sábado
 - domingo
- Diga Ud. durante su recorrido de arco Tica Tica – Izcuchaca, que día de la semana tiene más concurrencia de pasajeros.**
 - lunes
 - martes
 - miércoles
 - jueves
 - viernes
 - sábado
 - domingo
- ¿Qué día de la semana considera Ud. que existe mayor circulación vehicular?**
 - lunes
 - martes
 - miércoles
 - jueves
 - viernes
 - sábado
 - domingo
- De acuerdo al día que menciona Ud., ¿Qué hora considera que es la hora más crítica en el tránsito vehicular?**
- Normalmente ¿Cuánto demora en recorrer todo el tramo desde Arco Tica Tica a Izcuchaca?,**
- De acuerdo a su respuesta anterior ¿Cuánto demora en hora punta?**

Fuente: Propia

Figura 41: Determinación de la hora punta en campo Km 05+00



Fuente: Propia


Figura 42: Determinación de la hora punta en campo Km 0+300



Fuente: Propia

Figura 43: Encuesta para determinar el día con más flujo vehicular y la hora punta en la comisaría de Poroy

"DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO, SEGÚN MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM 2010) EN LA VÍA PE-3S TRAMO ARCO TICA TICA-IZCUCHACA"
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ALUMNOS: **AYALA CUSHUALLPA, JULIO CESAR**
CUENTAS CARDENAS, MARIO ESELENDER

ENCUESTA PARA DETERMINAR LA HORA PUNTA - FUENTE PROPIA

DIA:
FECHA:

NOMBRE:
EDAD:

Buen día a continuación se le solicita que llene la siguiente encuesta respecto a la hora punta en el tramo de carretera Arco Tica Tica - Izcuchaca.

1. **¿Cuál es su horario de trabajo?**

a) 1 vez por semana
b) 2 veces por semana
c) 3 veces por semana
d) mas de 4 veces por semana

2. **Diga Ud. Durante el control de vehiculos que realiza de Poroy, que día de la semana existe mayor flujo vehicular.**

a) lunes
b) martes
c) miércoles
d) jueves
e) viernes
f) sábado
g) domingo

3. **De acuerdo al día que menciona Ud., ¿Qué hora considera que es la hora más crítica en el tránsito vehicular?**

Fuente: Propia

3.5.3.2. Aforo de vehículos

Equipos y herramientas utilizadas

Para la determinación del aforo vehicular, se utilizó los siguientes equipos y herramientas:

- Ficha de conteo vehicular.
- Cámara HD filmadora.

Procedimiento y toma de datos

De acuerdo a todas las encuestas y fichas de seguimiento realizadas se dedujo que el día con mayor demanda es el día viernes ya que existe una feria en Izcuchaca y además es un día laborable tanto para estudiantes como para las personas que trabajan por estas zonas. La hora punta probable se encuentra por la mañana entre 7:15 am y 8:15 am; por la tarde entre 2:15 pm y 3:15 pm; y por la noche entre las 6:15 pm y 7:15 pm.

Para realizar el aforo vehicular se dividió el tramo total Arco Tica Tica – Izcuchaca, en 5 puntos estratégicos, cada punto fue ubicado de acuerdo a la presencia de desvíos importantes en los cuales la variación del flujo vehicular es evidente. El procedimiento se realizó para ambos sentidos. La ubicación de los puntos fue la siguiente:

- Primer punto: Final de vehículos de la empresa de transportes Satélite.
- Segundo punto: Final de vehículos de la empresa de transportes Pachacutecq.
- Tercer punto: desvío Anta-Urubamba.
- Cuarto punto: desvío al distrito de Cachimayo.
- Quinto punto: desvío al distrito de Pucyura.

En las tablas siguientes (**Figura N° 47 y N° 48**) se muestran los resultados del aforo vehicular en el tramo de carretera Arco Tica tica – Izcuchaca.

Figura 44: Aforo vehicular en paradero Final Satélite



Fuente: Propia

Figura 45: Aforo vehicular en paradero Desvió Anta-Urubamba



Fuente: Propia

Figura 46: Aforo vehicular en paradero Desvío-Pucyura



Fuente: Propia

Figura 47: Formato de conteo vehicula-carril 07

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO, SEGÚN MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM 2010) EN LA VÍA PE-3S TRAMO ARCO TICA-TICA-ZZUCHACA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

Alumnos: MARIO ESLENDER CUENTAS CÁRDENA
JULIO CÉSAR AYALA CUSHUALLPA

HORA PUNTA

TRAMO: DESVIO-CACHIMAYO

SENTIDO DE LA VIA: TICA TICA - ZZUCHACA

CARRIL: 7

Formato Para el Flujo Vehicular-Fuente Propia

DIA: VIERNES
FECHA: 24/08/2018

HORA		VEHICULO LIGERO										VEHICULOS PESADOS										LIGEROS	PESADOS		TOTAL	% RVS	% CAMIONES
		MOTO	AUTO	PICK UP	COMBI	RVs	MICROB	BUSES			CAMIONES			SEMITRAYLER				TRAYLER					RVS	CAMIONES			
								BUS 2E	BUS 3E	BUS 4E	C2E	C3E	C4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
02:15 p.m.	02:30 p.m.	1	46	5	5	0	1	3	1	0	10	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	57	0	18	75	0	24
02:30 p.m.	02:45 p.m.	1	33	2	5	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	41	0	9	50	0	18
02:45 p.m.	03:00 p.m.	2	45	3	4	0	1	0	2	0	9	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	54	0	18	72	0	25
03:00 p.m.	03:15 p.m.	2	45	3	6	0	1	2	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	56	0	12	68	0	17.65

Figura 48: Formato de conteo vehicula-carril 08

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO, SEGÚN MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM 2010) EN LA VÍA PE-3S TRAMO ARCO TICA-TICA-ZZUCHACA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

Alumnos: MARIO ESLENDER CUENTAS CÁRDENA
JULIO CÉSAR AYALA CUSHUALLPA

HORA PUNTA

TRAMO: DESVIO-CACHIMAYO

SENTIDO DE LA VIA: ZZUCHACA - TICA TICA

CARRIL: 8

Formato Para el Flujo Vehicular-Fuente Propia

DIA: VIERNES
FECHA: 24/08/2018

HORA		VEHICULO LIGERO										VEHICULOS PESADOS										LIGEROS	PESADOS		TOTAL	% RVS	% CAMIONES
		MOTO	AUTO	PICK UP	COMBI	RVs	MICROB	BUSES			CAMIONES			SEMITRAYLER				TRAYLER					RVS	CAMIONES			
								BUS 2E	BUS 3E	BUS 4E	C2E	C3E	C4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
02:15 p.m.	02:30 p.m.	4	48	6	4	0	1	1	2	0	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	62	0	14	76	0	18.42
02:30 p.m.	02:45 p.m.	0	40	3	5	0	2	2	0	0	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	48	0	12	60	0	20
02:45 p.m.	03:00 p.m.	1	49	10	3	0	1	3	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	15	78	0	19.23
03:00 p.m.	03:15 p.m.	2	43	3	5	0	2	3	0	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	53	0	15	68	0	22.06

Fuente: Propia



3.6. Procedimientos de análisis de datos

3.6.1. Nivel de servicio

3.6.1.1. Determinación de sub tramos y segmentos

Se ha dividido todo el tramo Arco Tica tica – Izcuchaca en *sub tramos* y segmentos de acuerdo a la siguiente información:

Para realizar el conteo de la demanda y obtener las proporciones de camiones y RVs se dividió todo el tramo Arco Tica tica a Izcuchaca, en 6 partes:

- Conteo **sub tramo 1**: Arco Tica tica - final de la empresa de transportes “Satélite”.
- Conteo **sub tramo 2**: Final de la empresa de transportes “Satélite” - final de la empresa de Transportes “Pachacutec”.
- Conteo **sub tramo 3**: Final de la empresa de transportes “Pachacutec” – desvío a Urubamba.
- Conteo **sub tramo 4**: Desvío a Urubamba – Cachimayo.
- Conteo **sub tramo 5**: Cachimayo – Pucyura.
- Conteo **sub tramo 6**: Pucyura – Izcuchaca

Cada segmento fue incluido dentro de cada subtramo de la siguiente forma:



Tabla 12: Resumen de Sub Tramos y Segmentos

SUBTRAMO	SENTIDO: TICA TICA - IZCUCHACA	SENTIDO: IZCUCHACA - TICA TICA	TIPO DE TERRENO
	SEGMENTOS	SEGMENTOS	
SUBTRAMO 1	S-1	S-2	RAMPA ESPC.
	S-3	S-4	PLANO
SUBTRAMO 2	S-5	S-6	RAMPA ESPC.
	S-7	S-8	ONDULADO
	S-9	S-10	RAMPA
	S-11	S-12	PLANO
	S-13	S-14	RAMPA
SUBTRAMO 3	S-15	S-16	ONDULADO
	S-17	S-18	PLANO
	S-19	S-20	RAMPA ESPC.
SUBTRAMO 4	S-21	S-22	PEND. ESPEC.
	S-23	S-24	ONDULADO
	S-25	S-26	PEND. ESPEC.
	S-27	S-28	ONDULADO
	S-29	S-30	PLANO
	S-31	S-32	ONDULADO
SUBTRAMO 5	S-33	S-34	ONDULADO
	S-35	S-36	PLANO
	S-37	S-38	ONDULADO
	S-39	S-40	PLANO
	S-41	S-42	RAMPA ESPC.
	S-43	S-44	ONDULADO
	S-45	S-46	PENDIENTE
	S-47	S-48	ONDULADO
	S-49	S-50	PLANO
SUBTRAMO 6	S-51	S-52	RAMPA
	S-53	S-54	PLANO
	S-55	S-56	ONDULADO
	S-57	S-58	PENDIENTE
	S-59	S-60	ONDULADO
	S-61	S-62	PENDIENTE
	S-63	S-64	ONDULADO
	S-65	S-66	PLANO

Fuente: Propia

Cada segmento ha sido seleccionado de acuerdo a cada tipo de terreno (plano, ondulado, rampa específica, pendiente específica), demanda, clase de carretera y sentido de la vía.

Se debe considerar que la división de los sub tramos es iguales para cada sentido, sin embargo, en el caso de los segmentos estos son repartidos de acuerdo al sentido de la carretera.

3.6.1.2. Velocidad media de recorrido (VMR)

La velocidad media de recorrido (VMR) es el cociente entre la longitud de un tramo y el tiempo medio de recorrido calculado considerando a todos los vehículos que atraviesen el tramo, demora incluida. Equivaldrá a la velocidad media espacial.

La VMR se estimará a partir de la velocidad libre (VL), de la demanda en el periodo de análisis tanto en sentido directo (el analizado) como opuesto, y del porcentaje de zonas de no adelantamiento existentes en el sentido analizado, de acuerdo a la ecuación 6:

Para el caso del segmento 21 (S – 21)

Ecuación 6:

$$VMR_d = VL - 0.00776(I_{ci,d,VMR} + I_{ci,o,VMR}) - f_{na,VMR}$$

Dónde:

- VMR_d = velocidad media de recorrido en el sentido analizado (mi/h)
- VL = velocidad libre (en mi/h)
- $I_{ci,d,VMR}$ = demanda en el periodo de análisis en el sentido analizado bajo condiciones ideales, para determinar VMR (veh lig/h)
- $I_{ci,o,VMR}$ = demanda en el periodo de análisis en el sentido contrario al analizado bajo condiciones ideales, para determinar VMR (veh lig/h); y
- $f_{na,VMR}$ = factor de ajuste por % de no adelantamiento en función de VL y de la intensidad opuesta, dato obtenido de la **Tabla 05** (para determinar VMR).

**Velocidad libre (VL)**

La velocidad libre es la velocidad media de un vehículo si este no es interrumpido o influenciado por algún otro usuario. La unidad para la velocidad libre es (mi/h).

Ecuación 01:

$$VL = V_{MM} + 0,00776 * \left(\frac{I}{f_{VP,VMR}} \right)$$

Donde:

- VL = velocidad libre, en mi/h.
- VMM = velocidad media de la muestra (con $I > 200$ veh/h), en mi/h.
- I = intensidad total (considerando ambos sentidos) durante el periodo en el que se haya tomado la muestra de velocidades (en veh/h); y
- $f_{VP,VMR}$ = factor de ajuste por vehículos pesados para determinar VMR, calculado mediante la *Ecuación 04 ó 05*.

Procedimiento

- De acuerdo a la ecuación 1. La velocidad media de la muestra (VMM) se obtuvo de la tabla N° 11, de acuerdo al tipo de terreno en el que se esté realizando éste análisis (plano, ondulado, rampa específica, pendiente específica).

Para el caso del Segmento 21 (S-21) el tipo de terreno es Pendiente Específica.

VMM = 23.29 mi/h, para el sentido arco tica tica-izcuchaca (sentido directo)

- La Intensidad total I (veh/h), se determinó de acuerdo a la *Figura 49*
 $I = 151 \text{ veh/h} * 4 = 604 \text{ veh/h}$.
- El factor de ajuste por vehículos pesados para determinar VMR, se calculó de acuerdo a la *Ecuación 04*.

Ecuación 04

$$f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Dónde:

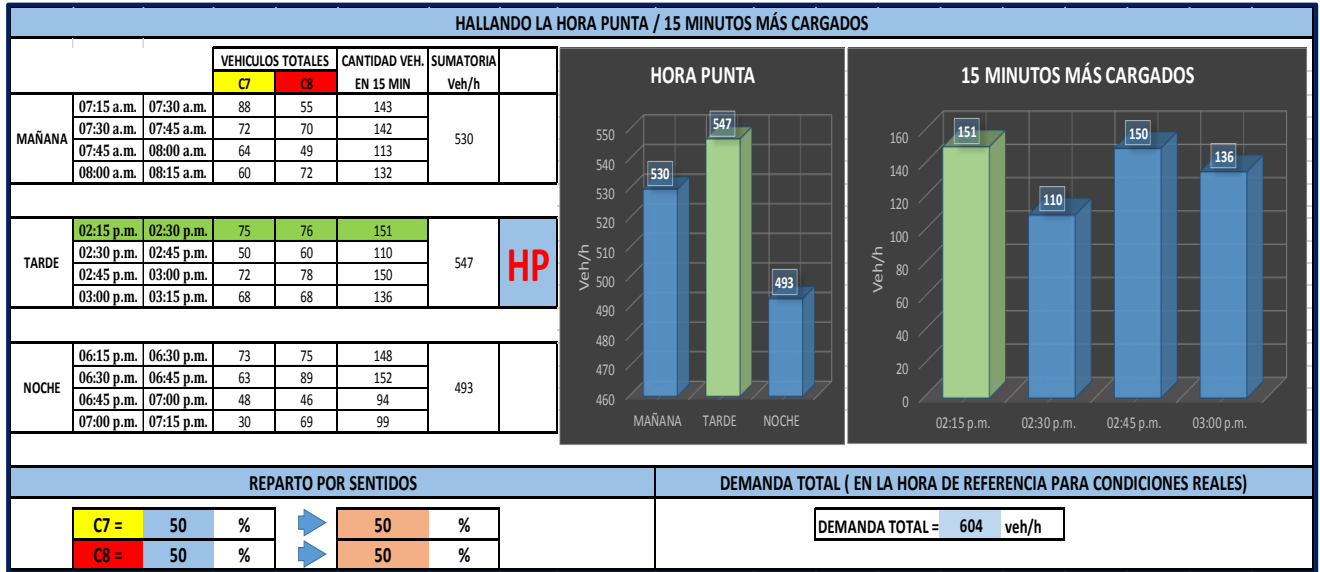
- $f_{VP,VMR}$ = Factor de ajuste por vehículos pesados (para determinar VMR)
- P_C = proporción de camiones existentes en la corriente de tráfico (un decimal)
- P_R = proporción de RVs existente en la corriente de tráfico (un decimal)

- E_c = vehículos ligeros equivalentes a camiones, tomado de la **Figura 08** o **Tabla 03**; y
- E_R = vehículos ligeros equivalentes a RVs, tomado de la **Figura 08** o **Tabla 04**.

Para el caso del Segmento 21 (S-21):

La hora punta se identificó de la siguiente forma:

Figura 49: Hora punta para el SUBTRAMO 4



Fuente: Propia

- C7 = Carril 7 (Sentido Arco Tica Tica - Izcuchaca)

Vehículos totales que pasan por el SUBTRAMO 4 durante 15 minutos a una hora determinada del día para el Carril 7 de acuerdo a las tablas de demanda. (**Figura 47**).

- C8 = Carril 8 (Sentido Izcuchaca - Arco Tica Tica)

Vehículos totales que pasan por el SUBTRAMO 4 durante 15 minutos a una hora determinada del día para el Carril 8 de acuerdo a las tablas de demanda. (**Figura 48**).

- $P_c = (18/75)*100 = 24.00 \%$
- $E_c = 1.4$
- $P_R = (0/75)*100 = 0.00 \%$
- $E_R = 1$

Todos estos datos obtenidos se resumen en las tablas de demanda **Figura 47 Y 48**.

De acuerdo a la ecuación 4

- $f_{VP,VMR} = 0.912$

Entonces de acuerdo a la ecuación 1

- $VL = 28.429 \text{ mi/h}$

Demanda para condiciones ideales ($I_{ci,i,VMR}$)

Ecuación 03

$$I_{ci,i,VMR} = \frac{I_{H,r,i}}{FHP * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}}$$

Dónde:

- $I_{ci,i,VMR}$: demanda en el periodo de análisis para condiciones ideales, correspondiente al sentido i (para determinar VMR) (veh lig/h)
- $i = d$ (sentido directo, el que está siendo analizado)
- $I_{H,r,i}$ = demanda en la hora de referencia para condiciones reales correspondiente al sentido i (veh/h)
- $f_{t,VMR}$ = factor de ajuste por tipo de terreno (para determinar VMR), cuyos valores se proporcionan en las **Figuras 07 y Tabla 02**.
- $f_{VP,VMR}$ = factor de ajuste por vehículos pesados (para determinar VMR), que se obtendrá aplicando la **Ecuación 04 o la 05**.

Procedimiento

Para el caso del Segmento 21 (S-21)

$$I_{H,r,i} = I_{H,r,d}$$

d: representa sentido directo (Arco Tica Tica - Izcuchaca)

- Reparto por sentidos

De acuerdo a la **Figura N° 49**, el reparto por sentidos hallado es de 50/50

Para C7: $(75/151) * 100 = 49.66 \% \Rightarrow \text{Redondeo} = 50 \% \Rightarrow \text{Reparto por Sentidos (C7)}$
 $= 50 \%$

Para C8: $(76/151) * 100 = 50.33 \% \Rightarrow \text{Redondeo} = 50 \% \Rightarrow \text{Reparto por Sentidos (C8)}$
 $= 50 \%$

- Demanda en la hora de referencia para condiciones reales

$$I_{H,r,d} = \text{Demanda Total} * \text{Reparto por Sentidos (C7)} = 604 \text{ veh/h} * 0.5 = 302 \text{ veh/h}$$

- FHP = 1 , Para fines de cálculo de acuerdo al HCM 2010

- $f_{t,VMR} = 1$

- $f_{VP,VMR} = 0.912$

Entonces de acuerdo a la Ecuación 03:

- $I_{ci,d,VMR} = 331 \text{ veh lig/h}$ (sentido directo)

Para hallar la VMRd (sentido directo), es necesario hallar la demanda para condiciones ideales del sentido opuesto en este caso sería para $I_{ci,o,VMR}$ (sentido opuesto) del Segmento 22 (S - 22).

Se determina de la misma forma que se ha hallado la demanda en condiciones ideales para sentido directo solo que se utilizaran los datos para sentido opuesto, dando como resultado la demanda para S – 22 (datos en los anexos):

- $I_{ci,o,VMR} = 324 \text{ veh lig/h}$ (sentido opuesto)

Factor de ajuste por porcentaje de no adelantamiento (fna, VMR)

El factor de ajuste por % de no adelantamiento se obtendrá de la **Tabla 05**, teniendo como datos base:

- VL = 28.429 mi/h
- $I_{ci,o,VMR} = 324 \text{ veh lig/h}$ (sentido opuesto)
- Zonas de no Adelantamiento

La Zona de No Adelantamiento se calculará mediante trabajo en campo, determinando las coordenadas de inicio y fin con el uso de GPS navegador, de esta manera se cargará la base de datos al Software GOOGLE EARTH, para establecer las progresivas de ubicación. De esta manera se determinará a longitud mediante la diferencia de progresivas (fin – inicio), de acuerdo a la **Figura 32**.

% de zonas de no adelantamiento = 100 % de acuerdo al Perfil

Obteniendo como resultado

- $f_{na,VMR} = 3.20$

**Estimación de la velocidad media de recorrido sentido directo (VMRd)**

Entonces teniendo ya todos los datos necesarios reemplazamos en la ecuación 6:

Ecuación 6:

$$VMR_d = VL - 0.00776(I_{ci,d,VMR} + I_{ci,o,VMR}) - f_{na,VMR}$$

- $VL = 28.429$ mi/h
- $I_{ci,d,VMR} = 331$ veh lig/h (sentido directo),
- $I_{ci,o,VMR} = 324$ veh lig/h (sentido opuesto)
- $f_{na,VMR} = 3.20$
- $VMR_d = 20.147$ mi/h

Se presenta la hoja de cálculo de VMRd para el Segmento 21 (S-21)

CARRETERA - CLASE I – SEGMENTO 21 - 22

Figura 50: Hoja de cálculo de VMR

SEGMENTO : S-21		TODOS	SEGMENTO : S-22						
SENTIDO ANALIZADO SENTIDO DIRECTO D			SENTIDO ANALIZADO SENTIDO OPUESTO O						
PASO 1 : DATOS DE PARTIDA			PASO 1 : DATOS DE PARTIDA						
DEMANDA TOTAL (TOTAL, SUMANDO AMBOS SENTIDOS)	604 veh/h		DEMANDA TOTAL (TOTAL, SUMANDO AMBOS SENTIDOS)	604 veh/h					
REPARTO POR SENTIDOS	50		REPARTO POR SENTIDOS	50					
	0.5			0.5					
	Directo (d)			Opuesto (o)					
FHP	1		FHP	1					
ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO	100 %		ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO	100 %					
TIPO DE TERRENO	PEND. ESPEC.		TIPO DE TERRENO	PEND. ESPEC.					
% CAMIONES	24 %		% CAMIONES	18.42 %					
% DE RVs	0 %		% DE RVs	0 %					
PASO 2: VELOCIDAD LIBRE		Ecuación 1	PASO 2: VELOCIDAD LIBRE						
VMM =	23.29 mi/h	$VL = V_{MM} + 0,00776 \left(\frac{I}{f_{VP,VMR}} \right)$	VMM =	21.906 mi/h					
I =	604		I =	604					
f _{VP,VMR} =	0.912		f _{VP,VMR} =	0.931					
VL =	28.4293 mi/h		VL =	26.9404 mi/h					
PASO 3: AJUSTE DE LA DEMANDA PARA DETERMINAR VMR		Ecuación 3	PASO 3: AJUSTE DE LA DEMANDA PARA DETERMINAR VMR						
I _{H,r,d} =	302 veh/h	$I_{ci,d,VMR} = \frac{I_{H,r,d}}{FHP * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}}$	I _{H,r,o} =	302 veh/h					
FHP =	1		FHP =	1					
HALLANDO f _{t,VMR}			HALLANDO f _{t,VMR}						
lvph =	302.0000 veh/h	$lvph = I / FHP, \text{ en veh/h}$	lvph =	##### veh/h					
REDONDEO =	302 veh/h		REDONDEO =	302 veh/h					
HALLANDO f_{t,VMR}		HALLANDO f_{t,VMR} PARA TERRENO RAMPA ESPECIFICA	HALLANDO f_{t,VMR}						
INTERPOLACIÓN DE LA FIGURA 7 para hallar f _{t,VMR}		INTERPOLACIÓN DE LA TABLA 2 para hallar f _{t,VMR}		INTERPOLACIÓN DE LA TABLA 2 para hallar f _{t,VMR}					
lvph (veh/h)	TERRENO PEND. ESPEC.	GRADO	Longitud rampa (mi)	lvph (veh/h)	GRADO	Longitud rampa (mi)	lvph (veh/h)		
300	1	INCLINACION (%)		300	3.4	0.25	0	0.000	0
302	X			302		0.26		0.00	
400	1			400		0.5	0	0.000	0
X = f _{t,VMR} =	1	X = f _{t,VMR} =	0.00	X = f _{t,VMR} =	1	X = f _{t,VMR} =	0.00		
REDONDEO (+PROX 0.01) =	1	REDONDEO (+PROX 0.01) =	1	REDONDEO (+PROX 0.01) =	1	REDONDEO (+PROX 0.01) =	1		
f _{t,VMR} = 1		f _{t,VMR} = 1		f _{t,VMR} = 1					
HALLANDO f_{VP,VMR}		Ecuación 4	HALLANDO f_{VP,VMR}						
$f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$		$f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$							
PARA TERRENO PEND. ESPEC.		PARA RAMPA ESPECIFICA		PARA TERRENO PEND. ESPEC.					
INTERPOLACIÓN FIG. 8 para hallar Ec		INTERPOLACIÓN TABLA 3 para hallar Ec		INTERPOLACIÓN FIG. 8 para hallar Ec					
lvph (veh/h)	TERRENO PEND. ESPEC.	GRADO	Longitud rampa (mi)	lvph (veh/h)	GRADO	Longitud rampa (mi)	lvph (veh/h)		
300	1.4	INCLINACION (%)		300	3.4	0.25	0	0.000	0
302	X			302		0.26		0.00	
400	1.3			400		0.5	0	0.000	0
X = Ec =	1.398	X = Ec =	0.00	X = Ec =	1.398	X = Ec =	0.00		
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.4	REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.4	REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.4	REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.4		
Ec = 1.4		Ec = 1.4		Ec = 1.4					



PARA TERRENO PEND. ESPEC.			PARA RAMPA ESPECIFICA										
VER FIGURA 8			VER TABLA 4										
Tipo de vehiculo Caminiones, E.	Demanda en el periodo de analisis en el sentido considerado $I_{a,d}$ (veh/h)	Terreno llano y pendientes especificas	Terrazo ondulado	Demanda en el periodo de analisis en el sentido analizado $I_{a,d}$ (veh/h)									
	< 100	1.9	2.7										
	200	1.5	2.3										
	300	1.4	2.1										
	400	1.3	2.0										
	500	1.2	1.9										
600	1.1	1.7											
700	1.1	1.6											
800	1.1	1.4											
> 900	1.0	1.3											
R/S Es:	Cualquier intensidad	1.0	1.1										
Er = 1			NO SE NECESITA INTERPOLAR										
Pc =	0.24												
Pr =	0												
fVP,VMR = 0.9124			REDONDEO = 0.912										
HALLANDO $I_{c,d,VMR}$													
Ecuación 3													
I _{c,d,VMR} = 331.14035 veh lig/h			REDONDEO 331 veh lig/h										
$I_{c,d,VMR} = \frac{I_{H,r,d}}{FHP * f_{L,VMR} * f_{VP,VMR}}$													

PARA TERRENO PEND. ESPEC.			PARA RAMPA ESPECIFICA										
VER FIGURA 8			VER TABLA 4										
Tipo de vehiculo Caminiones, E.	Demanda en el periodo de analisis en el sentido considerado $I_{a,d}$ (veh/h)	Terreno llano y pendientes especificas	Terrazo ondulado	Demanda en el periodo de analisis en el sentido analizado $I_{a,d}$ (veh/h)									
	< 100	1.9	2.7										
	200	1.5	2.3										
	300	1.4	2.1										
	400	1.3	2.0										
	500	1.2	1.9										
600	1.1	1.7											
700	1.1	1.6											
800	1.1	1.4											
> 900	1.0	1.3											
R/S Es:	Cualquier intensidad	1.0	1.1										
Er = 1			NO SE NECESITA INTERPOLAR										
Pc =	0.1842												
Pr =	0												
fVP,VMR = 0.931			REDONDEO = 0.931										
HALLANDO $I_{c,i,o,VMR}$													
Ecuación 3													
I _{c,i,o,VMR} = 324.382 veh lig/h			REDONDEO 324 veh lig/h										
$I_{c,i,o,VMR} = \frac{I_{H,r,o}}{FHP * f_{L,VMR} * f_{VP,VMR}}$													

PASO 4 : ESTIMACION DE VMR

VL =	28.4293 mi/h			
I _{c,i,d,VMR} =	331 veh lig/h			
I _{c,i,o,VMR} =	324 veh lig/h			
HALLANDO f _{na,VMR}				
INTERPOLACIÓN DE LA TABLA 5 para hallar Ec				
VL =	28.4293 mi/h			
I _{c,i,o,VMR} =	324 veh lig/h			
ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO =	100 %			
HALLANDO DATOS PARA 100 % DE ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO				
FACTOR PARA VL = 28.4293 mi/h				
I _{c,i,o,VMR}	% ZNA	% ZNA	% ZNA	% ZNA
veh lig/h	0	100.000	####	
200	0	4.000	4	
324		3.19		
400	0	2.700	2.7	
FACTOR PARA VL = 0 mi/h				
I _{c,i,o,VMR}	% ZNA	% ZNA	% ZNA	% ZNA
veh lig/h	0	100.000	####	
200	0	0.000	0	
324		0		
400	0	0.000	0	
VELOC. LIBRE VL				
28.429298		3.19		
28.4293		X=		
0		0		
X = f _{na,VMR} =	3.19000			
REDONDEO (+ PROX A 0.1) =	3.20			
SEGÚN LA EC. 6				
$VMR_d = VL - 0,00776 (I_{c,i,d,VMR} + I_{c,i,o,VMR}) - f_{na,VMR}$				
VL =	28.43 mi/h			
I _{c,i,d,VMR} =	331 veh lig/h			
I _{c,i,o,VMR} =	324 veh lig/h			
f _{na,VMR} =	3.20			
VMRd =	20.1465 mi/h			

VL =	26.9404 mi/h			
I _{c,i,d,VMR} =	324 veh lig/h			
I _{c,i,o,VMR} =	331 veh lig/h			
HALLANDO f _{na,VMR}				
INTERPOLACIÓN DE LA TABLA 5 para hallar Ec				
VL =	26.9404 mi/h			
I _{c,i,o,VMR} =	331 veh lig/h			
ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO =	100 %			
HALLANDO DATOS PARA 100 % DE ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO				
FACTOR PAR VL = 26.9404 mi/h				
I _{c,i,o,VMR}	% ZNA	% ZNA	% ZNA	% ZNA
veh lig/h	0	100	100	
200	0	4.000	4	
331		3.15		
400	0	2.700	2.7	
FACTOR PAR VL = 0 mi/h				
I _{c,i,o,VMR}	% ZNA	% ZNA	% ZNA	% ZNA
veh lig/h	0	100	100	
200	0	0.000	0	
331		0		
400	0	0.000	0	
VELOC. LIBRE VL				
26.9404		3.15		
26.9404		X=		
0		0		
X = f _{na,VMR} =	3.15000			
REDONDEO (+ PROX A 0.1) =	3.20			
SEGÚN LA EC. 6				
$VMR_d = VL - 0,00776 (I_{c,i,d,VMR} + I_{c,i,o,VMR}) - f_{na,VMR}$				
VL =	26.94 mi/h			
I _{c,i,d,VMR} =	324 veh lig/h			
I _{c,i,o,VMR} =	331 veh lig/h			
f _{na,VMR} =	3.20			
VMRo =	18.6576 mi/h			

Figura 51: Hoja de Cálculo de Segmento 23-24

SEGMENTO : S-23		TODOS	SEGMENTO : S-24			
SENTIDO ANALIZADO SENTIDO DIRECTO D			SENTIDO ANALIZADO SENTIDO OPUESTO O			
PASO 1 : DATOS DE PARTIDA			PASO 1 : DATOS DE PARTIDA			
DEMANDA TOTAL (TOTAL, SUMANDO AMBOS SENTIDOS)	604 veh/h		DEMANDA TOTAL (TOTAL, SUMANDO AMBOS SENTIDOS)	604 veh/h		
REPARTO POR SENTIDOS	50		REPARTO POR SENTIDOS	50		
	0.5			0.5		
	Directo (d)			Opuesto (o)		
FHP	1		FHP	1		
ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO	100 %		ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO	100 %		
TIPO DE TERRENO	ONDULADO		TIPO DE TERRENO	ONDULADO		
% CAMIONES	24 %		% CAMIONES	18.42 %		
% DE RVs	0 %		% DE RVs	0 %		
PASO 2: VELOCIDAD LIBRE			PASO 2: VELOCIDAD LIBRE			
Ecuación 1			Ecuación 1			
VMM =	45.191 mi/h		VMM =	44.366 mi/h		
I =	604		I =	604		
f _{VP,VMR} =	0.791		f _{VP,VMR} =	0.832		
$VL = V_{MM} + 0,00776 \left(\frac{I}{f_{VP,VMR}} \right)$			$VL = V_{MM} + 0,00776 \left(\frac{I}{f_{VP,VMR}} \right)$			
VL =	51.1165 mi/h		VL =	49.9995 mi/h		
PASO 3: AJUSTE DE LA DEMANDA PARA DETERMINAR VMR			PASO 3: AJUSTE DE LA DEMANDA PARA DETERMINAR VMR			
Ecuación 3			Ecuación 3			
I _{H,r,d} =	302 veh/h		I _{H,r,o} =	302 veh/h		
FHP =	1		FHP =	1		
$I_{ci,d,VMR} = \frac{I_{H,r,d}}{FHP * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}}$			$I_{ci,o,VMR} = \frac{I_{H,r,o}}{FHP * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}}$			
HALLANDO f _{t,VMR}			HALLANDO f _{t,VMR}			
lvph =	302.0000 veh/h		lvph =	##### veh/h		
REDONDEO =	302 veh/h		REDONDEO =	302 veh/h		
$lvph = I / FHP, \text{ en veh/h}$			$lvph = I / FHP, \text{ en veh/h}$			
HALLANDO f _{t,VMR}			HALLANDO f _{t,VMR}			
INTERPOLACIÓN DE LA FIGURA 7 para hallar f _{t,VMR}			INTERPOLACIÓN DE LA FIGURA 7 para hallar f _{t,VMR}			
lvph (veh/h)	TERRENO		lvph (veh/h)	TERRENO		
	ONDULADO			ONDULADO		
300	0.83		300	0.83		
302	X		302	X		
400	0.9		400	0.9		
X = f _{t,VMR} =	0.8314		X = f _{t,VMR} =	0.8314		
REDONDEO (+PROX 0.01) =	0.83		REDONDEO (+PROX 0.01) =	0.83		
f _{t,VMR} = 0.83			f _{t,VMR} = 0.83			
HALLANDO f _{VP,VMR}			HALLANDO f _{VP,VMR}			
Ecuación 4			Ecuación 4			
$f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$			$f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$			
PARA TERRENO ONDULADO			PARA TERRENO ONDULADO			
INTERPOLACIÓN FIG. 8 para hallar E _c			INTERPOLACIÓN FIG. 8 para hallar E _c			
lvph (veh/h)	TERRENO		lvph (veh/h)	TERRENO		
	ONDULADO			ONDULADO		
300	2.1		300	2.1		
302	X		302	X		
400	2		400	2		
X = E _c =	2.098		X = E _c =	2.098		
REDONDEO (+PROX 0.1) =	2.1		REDONDEO (+PROX 0.1) =	2.1		
E _c = 2.1			E _c = 2.1			
PARA RAMPA ESPECIFICA			PARA RAMPA ESPECIFICA			
INTERPOLACIÓN TABLA 3 para hallar E _c			INTERPOLACIÓN TABLA 3 para hallar E _c			
GRADO	Longitud rampa	lvph (veh/h)	GRADO	Longitud rampa	lvph (veh/h)	
INCLINACION (%)	(mi)	400 302 500	INCLINACION (%)	(mi)	400 302 500	
3.4	0.25	0 0.000 0	3.4	0.25	0 0.000 0	
	0.26	0 0.00 0		3.4	0.26	0 0.00 0
	0.5	0 0.000 0			0.5	0 0.000 0
X = E _c =	0.00		X = E _c =	0.00		
E _c = 0.00			E _c = 0.00			



PARA TERRENO ONDULADO			PARA RAMPA ESPECIFICA																				
VER FIGURA 8			VER TABLA 4																				
Tipo de vehiculo	Demanda en el periodo de analisis en el sentido considerado L _o (veh/h)	Terreno llano y pendientes especificas	Terreno ondulado	Velocidad de diseño V _d (mi/h)	Demanda en el periodo de analisis en el sentido analizado L _a (veh/h)																		
					≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900										
Camiones, E _c	≤100	1.9	2.7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
	200	1.5	2.3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	300	1.4	2.1	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	400	1.3	2.0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	500	1.2	1.8	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	600	1.1	1.7	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	700	1.1	1.6	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	800	1.1	1.4	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	≥900	1.0	1.3	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Ri _o , E _c	Cualquier intensidad	1.0	1.1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Er = **1.1** NO SE NECESITA INTERPOLAR

Pc = 0.24

Pr = 0

f_{VP,VMR} = **0.7911**

REDONDEO = **0.791**

HALLANDO I_{ci,d,VMR}

Ecuación 3

$$I_{ci,d,VMR} = \frac{I_{H,r,d}}{FHP * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}}$$

I_{ci,d,VMR} = 459.99421 veh lig/h

REDONDEO = 460 veh lig/h

PARA TERRENO ONDULADO			PARA RAMPA ESPECIFICA																				
VER FIGURA 8			VER TABLA 4																				
Tipo de vehiculo	Demanda en el periodo de analisis en el sentido considerado L _o (veh/h)	Terreno llano y pendientes especificas	Terreno ondulado	Velocidad de diseño V _d (mi/h)	Demanda en el periodo de analisis en el sentido analizado L _a (veh/h)																		
					≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900										
Camiones, E _c	≤100	1.9	2.7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
	200	1.5	2.3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	300	1.4	2.1	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	400	1.3	2.0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	500	1.2	1.8	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	600	1.1	1.7	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	700	1.1	1.6	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	800	1.1	1.4	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	≥900	1.0	1.3	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Ri _o , E _c	Cualquier intensidad	1.0	1.1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Er = **1.1** NO SE NECESITA INTERPOLAR

Pc = 0.1842

Pr = 0

f_{VP,VMR} = **0.832**

REDONDEO = **0.832**

HALLANDO I_{ci,o,VMR}

Ecuación 3

$$I_{ci,o,VMR} = \frac{I_{H,r,o}}{FHP * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}}$$

I_{ci,o,VMR} = 437.326 veh lig/h

REDONDEO = 437 veh lig/h

PASO 4 : ESTIMACION DE VMR

VL = 51.1165 mi/h

I_{ci,d,VMR} = 460 veh lig/h

I_{ci,o,VMR} = 437 veh lig/h

HALLANDO f_{na,VMR}

INTERPOLACIÓN DE LA TABLA 5 para hallar Ec

VL = 51.1165 mi/h

I_{ci,o,VMR} = 437 veh lig/h

ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO = 100 %

HALLANDO DATOS PARA 100 % DE ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO			
FACTOR PARA VL =	% ZNA	% ZNA	% ZNA
55.0000	0	100.000	#####
400	0	2.800	2.8
437		2.63	
600	0	1.900	1.9

FACTOR PARA VL = 50 mi/h			
I _{ci,o,VMR} veh lig/h	% ZNA	% ZNA	% ZNA
400	0	2.700	2.7
437		2.55	
600	0	1.900	1.9

VELOC. LIBRE VL

55	2.63
51.1165	X=
50	2.55

X = f_{na,VMR} = 2.56786

REDONDEO (+ PROX A 0.1) = 2.60

SEGÚN LA EC. 6

$$VMR_d = VL - 0.00776 (I_{ci,d,VMR} + I_{ci,o,VMR}) - f_{na,VMR}$$

VL = 51.12 mi/h

I_{ci,d,VMR} = 460 veh lig/h

I_{ci,o,VMR} = 437 veh lig/h

f_{na,VMR} = 2.60

VMR_d = 41.5557 mi/h

VL = 49.9995 mi/h

I_{ci,d,VMR} = 437 veh lig/h

I_{ci,o,VMR} = 460 veh lig/h

HALLANDO f_{na,VMR}

INTERPOLACIÓN DE LA TABLA 5 para hallar Ec

VL = 49.9995 mi/h

I_{ci,o,VMR} = 460 veh lig/h

ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO = 100 %

HALLANDO DATOS PARA 100 % DE ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO			
FACTOR PARA VL =	% ZNA	% ZNA	% ZNA
50.0000	0	100	100
400	0	2.700	2.7
460		2.46	
600	0	1.900	1.9

FACTOR PARA VL = 45 mi/h			
I _{ci,o,VMR} veh lig/h	% ZNA	% ZNA	% ZNA
400	0	2.700	2.7
460		2.43	
600	0	1.800	1.8

VELOC. LIBRE VL

50	2.46
49.9995	X=
45	2.43

X = f_{na,VMR} = 2.46000

REDONDEO (+ PROX A 0.1) = 2.50

SEGÚN LA EC. 6

$$VMR_d = VL - 0.00776 (I_{ci,d,VMR} + I_{ci,o,VMR}) - f_{na,VMR}$$

VL = 50.00 mi/h

I_{ci,d,VMR} = 437 veh lig/h

I_{ci,o,VMR} = 460 veh lig/h

f_{na,VMR} = 2.50

VMR_o = 40.5387 mi/h

3.6.1.3. Porcentaje de tiempo de seguimiento (PTS)

Este paso del proceso de cálculo será de aplicación en carreteras clase I y II exclusivamente. El proceso de ajuste de la demanda necesario para estimar PTS es básicamente similar al presentado para VMR. El enfoque general es similar, aunque se emplearan diferentes factores de ajuste, y la demanda ajustada resultante será diferente de la utilizada para estimar VMR. Por este motivo no se incluye aquí una discusión detallada del proceso, ya que este sería similar descrito para estimar VMR.

Calculo de la demanda para condiciones ideales

Se emplearán la *Ecuación 07* para determinar la demanda necesaria para estimar PTS:

Ecuación 07

$$I_{ci,i,PTS} = \frac{I_{H,r,i}}{f_{hp} * f_{t,PTS} * f_{VP,PTS}}$$

Donde.

- $I_{ci,i,PTS}$ = demanda i necesaria para la determinación de PTS (veh lig/h)
- (demanda correspondiente al periodo de análisis para condiciones ideales)
- I= “d” (sentido directo, el considerado en el análisis) o “o” (sentido contrario)
- $f_{t,PTS}$ = factor de ajuste por tipo de terreno para determinar PTS, que se obtendrá de la *Figura 10* o *Tabla 06*.
- $f_{VP,PTS}$ = factor de ajuste por vehículos pesados para determinar PTS, que se obtendrá de la *Figura 11* o *Tabla 07*.
- El resto de parámetros han sido previamente definidos.

Para el cálculo de la demanda para condiciones ideales, se necesitará los siguientes factores

- ❖ Factor hora punta
- ❖ Factor de ajuste por tipo de terreno
- ❖ Factor de ajuste por vehículo pesado

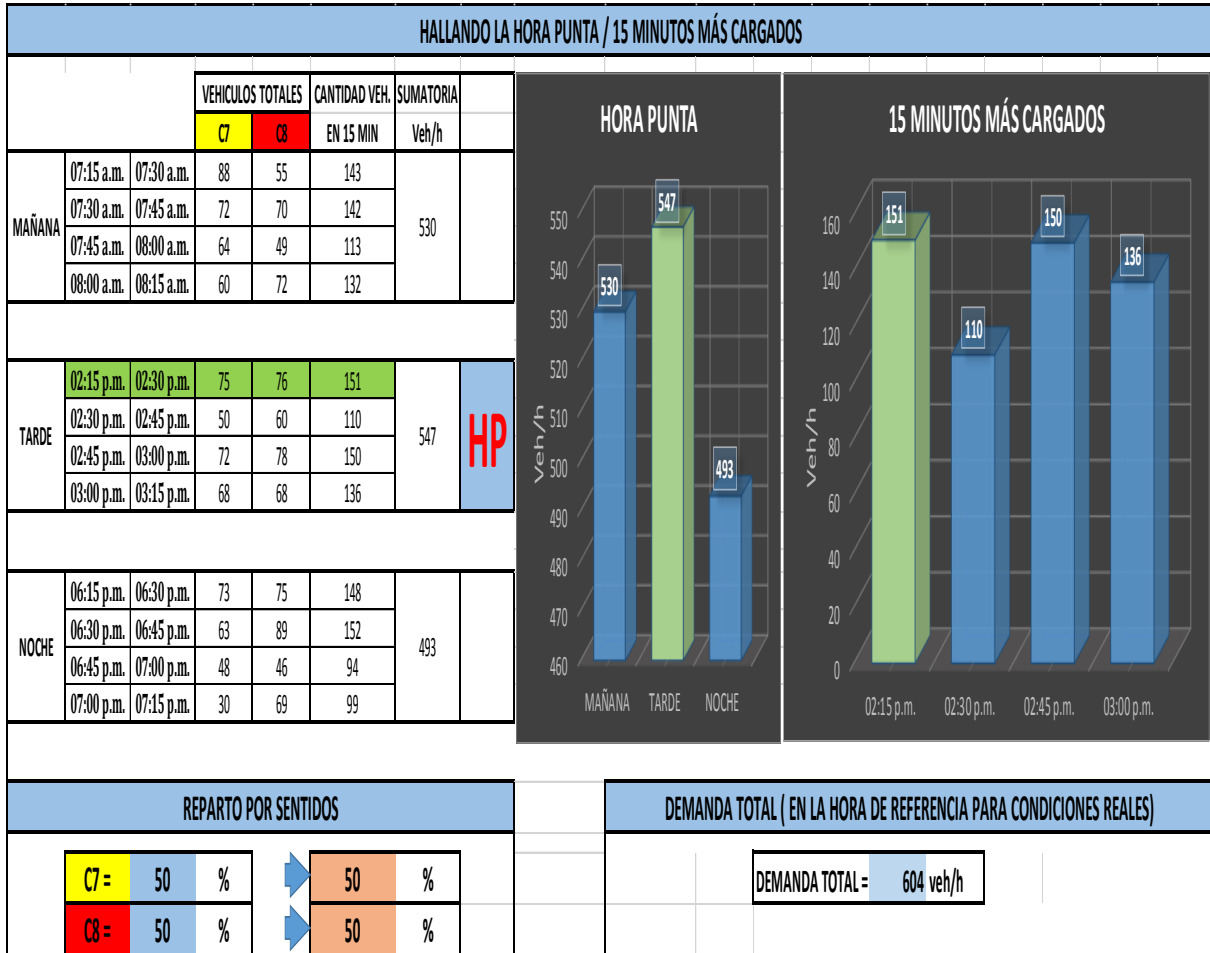
Donde se tomará los siguientes cálculos, mediante los formatos establecidos.

- Cálculo de coordenadas y pendientes longitudinales: Se tomará en campo las coordenadas con uso de GPS de cada punto de inicio y fin de segmento para determinar las pendientes longitudinales.
- Diagrama de perfil longitudinal, clase carretera, tipo de terreno, segmentos uniformizados y zonas de no adelantamiento.

Gracias a la gráfica del perfil de cada segmento, se define la clase de carretera, el tipo de terreno de esta manera uniformizando segmentos para su análisis de nivel de servicio y capacidad vial.

- Reparto por sentidos: El reparto se determinará gracias al cálculo de la demanda, donde se establecerá en cada sentido de vía mediante el cociente de la demanda de carril de sentido directo entre el total de demanda de la vía.

Figura 52: Reparto por sentidos para Carril 07 y 08



- Cálculo de la hora punta: La hora punta para fines de cálculo según HCM 2010 será de 1.
- Cálculo demanda real en la hora punta: La demanda se obtendrá del conteo vehicular en los formatos establecidos, donde se tendrá la hora punta establecida haciendo un análisis de ambos sentidos, donde se sumará las demandas de ambos carriles en los horarios establecidos, obteniendo el mayor valor como demanda en la hora punta.

- Cálculo de ajuste de tipo de terreno: El factor de ajuste por tipo de terreno será definido para tramos que discurran por terrenos de carácter general (llanos u ondulados) así como para rampas/pendientes específicas. La **Figura 10** proporciona valores de ajuste para el caso de tramos en terreno general y en pendientes min. específicas (las cuales serán tratadas como terreno llano a efectos del análisis). **Tabla 06** proporciona factores de ajuste para el caso de rampas Max. Específicas. Estos ajustes serán utilizados para calcular la demanda. En las figuras se entrará con $I_{vph} = I/FHP$ (en veh/h)
- Cálculo de ajuste de vehículos pesados: El proceso para determinar el factor de ajuste por vehículos pesados empleando para estimar PTS (**Ecuación 08**) es similar al mostrado para VMR. Deberá determinarse la equivalencia en vehículos ligeros de camiones (E_c) y vehículos de recreo (E_r). La **Figura 11** proporciona equivalencias tanto para camiones como para RVs para el caso de terrenos de carácter general (llanos y ondulados) y pendientes min. Específicas (que serán tratadas como si fueran terrenos llanos). Cuando se trata de estimar PTS, no existen procedimientos especiales para camiones que circulan a velocidad límite en pendientes min específicas. En la **Tabla 07** pueden encontrarse equivalencias para camiones y RVs circulando en rampas Max. Específicas. (Romana, Nuñez, Martínez, & Diez de Arizaleta, 2017)

Ecuación 08

$$f_{VP,PTS} = \frac{1}{1 + P_C(E_c - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Cálculo del porcentaje de zonas de no adelantamiento base

El % de tiempo siguiendo para condiciones ideales, PTSB, se estimará mediante la **Ecuación 10**:

Ecuación 10

$$PTSBd = 100[1 - \exp(-a\{I_{ci,d}\}^b)]$$

Donde a y b son constantes cuyos valores se tomará de la **Figura 12**, el resto de términos han sido previamente definidos.

Cálculo de factor de zonas de no adelantamiento

- Zonas de no adelantamiento



La zona de no adelantamiento se calculará mediante trabajo en campo, determinando las coordenadas de inicio y fin, con el uso de GPS navegador, de esta manera se cargará la base de datos al software GOOGLE EARTH, para establecer las progresivas de ubicación.

De esta manera se determinará la longitud mediante la diferencia de progresivas (fin-inicio).

3.6.1.4. Estimación de porcentaje de tiempo de seguimiento en sentido directo (PTS_d)

Este paso será de aplicación únicamente en carreteras de dos carriles clase I y II. (Romana, Nuñez, Martínez, & Diez de Arizaleta, 2017)

Una vez calculadas estimadas las demandas necesarias, se empleará la **Ecuación 09** para estimar PTS:

Ecuación 09

$$PTS_{d=} PTS_{B_d} + f_{na,PTS} \left(\frac{I_{ci,d,PTS}}{I_{ci,d,PTS} + I_{ci,o,PTS}} \right)$$

Se presenta la hoja de cálculo de porcentaje de tiempo de seguimiento para S21

CARRETERA - CLASE I – SEGMENTO 21-22

Figura 53: Hoja de cálculo de PTS

SEGMENTO : S-21				TODO	SEGMENTO : S-22					
SENTIDO ANALIZADO SENTIDO DIRECTO "D"					SENTIDO ANALIZADO SENTIDO OPUESTO "O"					
DATOS DE PARTIDA					DATOS DE PARTIDA					
DEMANDA TOTAL (TOTAL, SUMANDO AMBOS SENTIDOS)		604	veh/h		DEMANDA TOTAL (TOTAL, SUMANDO AMBOS SENTIDOS)		604	veh/h		
REPARTO POR SENTIDOS		50			REPARTO POR SENTIDOS		50			
		0.5					0.5			
		Directo (d)					Opuesto (o)			
FHP		1			FHP		1			
ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO		100	%		ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO		100	%		
TIPO DE TERRENO		PEND. ESPEC.			TIPO DE TERRENO		PEND. ESPEC.			
% CAMIONES		24	%		% CAMIONES		18.42	%		
% DE RVs		0	%		% DE RVs		0	%		
PASO 05-AJUSTE DE LA DEMANDA PARA ESTIMAR PTS					PASO 05-AJUSTE DE LA DEMANDA PARA ESTIMAR PTS					
DATOS					DATOS					
IH,r,i =		302	veh/h		IH,r,i =		302	veh/h		
FHP =		1			FHP =		1			
HALLANDO lvph					HALLANDO lvph					
lvph =		302.0000	veh/h		lvph =		302.0000	veh/h		
REDONDEO		302	veh/h		REDONDEO		302	veh/h		
$lvph = 1/FHP, \text{ en veh/h}$					$lvph = 1/FHP, \text{ en veh/h}$					
HALLANDO ft,PTS					HALLANDO ft,PTS					
ft,PTS - TERRENO PEND. ESPEC. INTERPOLACIÓN-FIGURA 10 - ft,PTS					ft,PTS - TERRENO PEND. ESPEC. INTERPOLACIÓN-FIGURA 10 - ft,PTS					
TERRENO PEND. ESPEC.					TERRENO PEND. ESPEC.					
lvph (veh/h)		GRADO % S	Longitud rampa (mi)	lvph (veh/h)		GRADO % S	Longitud rampa (mi)	lvph (veh/h)		
300	1	3.4	0.25	300	0	3.4	0.25	300	0	
302	X		0.26	302	0.000		0	0.26	302	0.000
400	1		0.5	400	0		0.000	0	400	0
X = ft,PTS =		1			X = ft,PTS =		0.00			
REDONDEO (+PROX 0.01) =		1			REDONDEO (+PROX 0.01) =		0.00			
ft,PTS =		1			ft,PTS =		1			
HALLANDO fVP,PTS					HALLANDO fVP,PTS					
fVP,PTS - TERRENO PEND. ESPEC. INTERPOLACIÓN-FIGURA 11 Ec					fVP,PTS - TERRENO PEND. ESPEC. INTERPOLACIÓN-FIGURA 11 Ec					
TERRENO PEND. ESPEC.					TERRENO PEND. ESPEC.					
lvph (veh/h)		GRADO % S	Longitud rampa (mi)	lvph (veh/h)		GRADO % S	Longitud rampa (mi)	lvph (veh/h)		
300	1.1	3.4	0.26	300	0	3.4	0.26	300	0	
302	X		0.26	302	0.000		0	0.26	302	0.000
400	1.1		0	400	0		0.000	0	400	0
X = Ec =		1.1			X = Ec =		0.00			
REDONDEO (+PROX 0.1) =		1.1			REDONDEO (+PROX 0.1) =		0.00			
Ec =		1.1			Ec =		1.1			
ECUACIÓN 8					ECUACIÓN 8					
Ec =		1.1			Ec =		1.1			
Er =		1			Er =		1			
Pc =		0.24			Pc =		0.1842			
Pr =		0			Pr =		0			
fVP,PTS		0.9765625			fVP,PTS		0.9819132			
REDONDEO		0.977			REDONDEO		0.982			
fVP,PTS =		0.98			fVP,PTS =		0.98			
HALLANDO Ici,d,PTS					HALLANDO Ici,o,PTS					
IH,r,i =		302 veh/h			IH,r,o =		302 veh/h			
FHP =		1			FHP =		1			
ft,PTS =		1			ft,PTS =		1			
fVP,PTS =		0.977			fVP,PTS =		0.982			
Ici,d,PTS =		309.1095 veh lig/h			Ici,o,PTS =		307.5356 veh lig/h			
REDONDEO		309 veh lig/h			REDONDEO		308 veh lig/h			
AJUSTE DE LA DEMANDA-SENTIDO DIRECTO					AJUSTE DE LA DEMANDA-SENTIDO OPUESTO					
Ici,d,PTS =		309 veh lig/h			Ici,o,PTS =		308 veh lig/h			



SENTIDO ANALIZADO SENTIDO DIRECTO "D"		
PASO 06 : ESTIMACION DE PTS		
DATOS		
Ici,d,PTS =	309 veh lig/h	
Ici,o,PTS =	308 veh lig/h	
Ici =	617 veh lig/h	
% ZNA	100	%

SENTIDO ANALIZADO SENTIDO OPUESTO "O"		
PASO 06 : ESTIMACION DE PTS		
DATOS		
Ici,d,PTS =	308 veh lig/h	
Ici,o,PTS =	309 veh lig/h	
Ici =	617 veh lig/h	
% ZNA	100	%

HALLANDO a y b			
INTERPOLACIÓN-FIGURA 12 - a		INTERPOLACIÓN-FIGURA 12 - b	
Ici,0 (veh lig/h)	a	Ici,0 (veh lig/h)	b
200	-0.0014	200	0.973
308	X	308	X
400	-0.0022	400	0.923
X = a = -0.002		X = b = 0.946	
REDONDEO (+PROX 0.0001) = -0.002		REDONDEO (+PROX 0.001) = 0.946	
a =	-0.0018	b =	0.946

HALLANDO a y b			
INTERPOLACIÓN-FIGURA 12 - a		INTERPOLACIÓN-FIGURA 12 - b	
Ici,0 (veh lig/h)	a	Ici,0 (veh lig/h)	b
200	-0.0014	200	0.973
309	X	309	X
400	-0.0022	400	0.923
X = a = -0.0018		X = b = 0.9458	
REDONDEO (+PROX 0.0001) = -0.0018		REDONDEO (+PROX 0.001) = 0.946	
a =	-0.0018	b =	0.946

HALLANDO PTSbd	
ECUACION 10	
a	-0.002
b	0.946
Ici,d	309 veh lig/h
PTSbd	33.50 %
ECUACIÓN 10	
$PTS_{bd} = 100 [1 - \exp(a(I_{ci,d})^b)]$	

HALLANDO PTSbd	
ECUACION 10	
a	-0.002
b	0.946
Ici,d	308 veh lig/h
PTSbd	33.40 %
ECUACIÓN 10	
$PTS_{bd} = 100 [1 - \exp(a(I_{ci,d})^b)]$	

HALLANDO fna,PTS			
INTERPOLACIÓN -TABLA 8 fna			
REPARTO POR SENTIDOS=	50	50	
Ici	% ZNA	% ZNA-X	% ZNA
veh lig/h	0	100	100
600	0	56.800	56.8
617		55.93	
800	0	46.600	46.6
X = fna,PTS = 55.93300			
REDONDEO (+ PROX A 0.1) = 55.90 %			
fna,PTS = 55.90			

HALLANDO fna,PTS			
INTERPOLACIÓN -TABLA 8 fna			
REPARTO POR SENTIDOS=	50	50	
Ici	% ZNA	% ZNA-X	% ZNA
veh lig/h	0	100	100
600	0	56.800	56.8
617		55.93	
800	0	46.600	46.6
X = fna,PTS = 55.93300			
REDONDEO (+ PROX A 0.1) = 55.90 %			
fna,PTS = 55.90			

HALLANDO PTSd	
ECUACION 9	
DATOS	
PTSbd	33.50 %
fna,PTS	55.9
Ici,d,PTS =	309 veh lig/h
Ici,o,PTS =	308 veh lig/h
PTSd	61.49530 %
$PTS_d = PTS_{bd} + f_{na,PTS} \left(\frac{I_{ci,d,PTS}}{I_{ci,d,PTS} + I_{ci,o,PTS}} \right)$	
PTSd =	61.5 %

HALLANDO PTSd	
ECUACION 9	
DATOS	
PTSbo	33.40 %
fna,PTS	55.9
Ici,d,PTS =	308 veh lig/h
Ici,o,PTS =	309 veh lig/h
PTSd	61.30470 %
$PTS_d = PTS_{bo} + f_{na,PTS} \left(\frac{I_{ci,d,PTS}}{I_{ci,d,PTS} + I_{ci,o,PTS}} \right)$	
PTSd =	61.3 %

CARRETERA - CLASE I – SEGMENTO 23-24

Figura 54: Hoja de Cálculo PTS-Segmento 23-24

SEGMENTO : S-23			TODO	SEGMENTO : S-24			
SENTIDO ANALIZADO SENTIDO DIRECTO "D"				SENTIDO ANALIZADO SENTIDO OPUESTO "O"			
DATOS DE PARTIDA				DATOS DE PARTIDA			
DEMANDA TOTAL (TOTAL, SUMANDO AMBOS SENTIDOS)	604	veh/h		DEMANDA TOTAL (TOTAL, SUMANDO AMBOS SENTIDOS)	604	veh/h	
REPARTO POR SENTIDOS	50			REPARTO POR SENTIDOS	50		
	0.5				0.5		
	Directo (d)				Opuesto (o)		
FHP	1			FHP	1		
ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO	100	%		ZONAS DE NO ADELANTAMIENTO	100	%	
TIPO DE TERRENO	ONDULADO			TIPO DE TERRENO	ONDULADO		
% CAMIONES	24	%		% CAMIONES	18.42	%	
% DE RVs	0	%		% DE RVs	0	%	
PASO 05-AJUSTE DE LA DEMANDA PARA ESTIMAR PTS				PASO 05-AJUSTE DE LA DEMANDA PARA ESTIMAR PTS			
DATOS				DATOS			
I _{H,r,i} =	302 veh/h			I _{H,r,i} =	302 veh/h		
FHP =	1			FHP =	1		
HALLANDO I _{vph}				HALLANDO I _{vph}			
I _{vph} =	302.0000 veh/h			I _{vph} =	302.0000 veh/h		
REDONDEO	302 veh/h			REDONDEO	302 veh/h		
HALLANDO f _{t,PTS}				HALLANDO f _{t,PTS}			
f _{t,PTS} - TERRENO ONDULADO		f _{t,PTS} - TERRENO RAMPA ESPECIFICA		f _{t,PTS} - TERRENO ONDULADO		f _{t,PTS} - TERRENO RAMPA ESPECIFICA	
INTERPOLACIÓN-FIGURA 10 - f _{t,PTS}		INTERPOLACIÓN-TABLA 6 - f _{t,PTS}		INTERPOLACIÓN-FIGURA 10 - f _{t,PTS}		INTERPOLACIÓN-TABLA 6 - f _{t,PTS}	
I _{vph} (veh/h)	TERRENO ONDULADO	GRADO % S	Longitud rampa (mi)	I _{vph} (veh/h)	300	302	400
300	0.85	3.4	0.25	0	0.000	0	
302	X		0.26	0	0.00		
400	0.9		0.5	0	0.000	0	
X = f _{t,PTS} = 0.851		X = f _{t,PTS} = 0.00		X = f _{t,PTS} = 0.851		X = f _{t,PTS} = 0.00	
REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.85		REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.00		REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.85		REDONDEO (+PROX 0.01) = 0	
f _{t,PTS} = 0.85				f _{t,PTS} = 0.85			
HALLANDO f _{VP,PTS}				HALLANDO f _{VP,PTS}			
f _{VP,PTS} - TERRENO ONDULADO		f _{VP,PTS} - TERRENO RAMPA ESPECIFICA		f _{VP,PTS} - TERRENO ONDULADO		f _{VP,PTS} - TERRENO RAMPA ESPECIFICA	
INTERPOLACIÓN-FIGURA 11 - Ec		INTERPOLACIÓN-TABLA 7 - Ec		INTERPOLACIÓN-FIGURA 11 - Ec		INTERPOLACIÓN-TABLA 7 - Ec	
I _{vph} (veh/h)	TERRENO ONDULADO	GRADO % S	Longitud rampa (mi)	I _{vph} (veh/h)	300	302	400
300	1.7	3.4	0.26	0	0.000	0	
302	X		0.26	0	0.00		
400	1.6		0	0	0.000	0	
X = Ec = 1.698		X = Ec = 0.00		X = Ec = 1.698		X = Ec = 0.00	
REDONDEO (+PROX 0.1) = 1.7		REDONDEO (+PROX 0.1) = 0.00		REDONDEO (+PROX 0.1) = 1.7		REDONDEO (+PROX 0.1) = 0.00	
Ec = 1.7				Ec = 1.7			
ECUACIÓN 8				ECUACIÓN 8			
Ec =	1.7	$f_{VP,PTS} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$		Ec =	1.7	$f_{VP,PTS} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$	
Er =	1			Er =	1		
Pc =	0.24			Pc =	0.1842		
Pr =	0			Pr =	0		
f _{VP,PTS}	0.8561644			f _{VP,PTS}	0.8857867		
REDONDEO	0.856			REDONDEO	0.886		
f _{VP,PTS} = 0.86				f _{VP,PTS} = 0.89			
HALLANDO I _{ci,d,PTS}				HALLANDO I _{ci,o,PTS}			
I _{H,r,i}	302 veh/h	ECUACIÓN 7		I _{H,r,o}	302 veh/h	ECUACIÓN 7	
FHP =	1	$I_{CI,PTS} = \frac{I_{H,r,i}}{FHP + f_{t,PTS} + f_{VP,PTS}}$		FHP =	1	$I_{CI,PTS} = \frac{I_{H,r,i}}{FHP + f_{t,PTS} + f_{VP,PTS}}$	
f _{t,PTS}	0.85			f _{t,PTS}	0.85		
f _{VP,PTS}	0.856			f _{VP,PTS}	0.886		
I _{ci,d,PTS}	415.0632 veh lig/h	AJUSTE DE LA DEMANDA-SENTIDO DIRECTO		I _{ci,o,PTS}	401.0092 veh lig/h	AJUSTE DE LA DEMANDA-SENTIDO OPUESTO	
REDONDEO	415 veh lig/h			REDONDEO	401 veh lig/h		
I _{ci,d,PTS} = 415 veh lig/h				I _{ci,o,PTS} = 401 veh lig/h			



SENTIDO ANALIZADO SENTIDO DIRECTO "D"		
PASO 06 : ESTIMACION DE PTS		
DATOS		
Ici,d,PTS =	415 veh lig/h	
Ici,o,PTS =	401 veh lig/h	
Ici =	816 veh lig/h	
% ZNA	100	%

SENTIDO ANALIZADO SENTIDO OPUESTO "O"		
PASO 06 : ESTIMACION DE PTS		
DATOS		
Ici,d,PTS =	401 veh lig/h	
Ici,o,PTS =	415 veh lig/h	
Ici =	816 veh lig/h	
% ZNA	100	%

HALLANDO a y b			
INTERPOLACIÓN-FIGURA 12 - a		INTERPOLACIÓN-FIGURA 12 - b	
Ici,0 (veh lig/h)	a	Ici,0 (veh lig/h)	b
400	-0.0022	400	0.923
401	X	401	X
600	-0.0033	600	0.87
X = a = -0.002		X = b = 0.9227	
REDONDEO (+PROX 0.0001) = -0.002		REDONDEO (+PROX 0.001) = 0.923	
a =	-0.0022	b =	0.923

HALLANDO a y b			
INTERPOLACIÓN-FIGURA 12 - a		INTERPOLACIÓN-FIGURA 12 - b	
Ici,0 (veh lig/h)	a	Ici,0 (veh lig/h)	b
400	-0.0022	400	0.923
415	X	415	X
600	-0.0033	600	0.87
X = a = -0.0023		X = b = 0.919	
REDONDEO (+PROX 0.0001) = -0.0023		REDONDEO (+PROX 0.001) = 0.919	
a =	-0.0023	b =	0.919

HALLANDO PTSBd		
ECUACION 10		
a	-0.002	
b	0.923	
Ici,d	415 veh lig/h	
PTSBd	43.70	%
ECUACIÓN 10		
$PTSB_d = 100 [1 - \exp(a(I_{ci,d})^b)]$		

HALLANDO PTSBd		
ECUACION 10		
a	-0.002	
b	0.919	
Ici,d	401 veh lig/h	
PTSBd	43.30	%
ECUACIÓN 10		
$PTSB_d = 100 [1 - \exp(a(I_{ci,d})^b)]$		

HALLANDO fna,PTS			
INTERPOLACIÓN - TABLA 8 fna			
REPARTO POR SENTIDOS=		50	50
Ici	% ZNA	% ZNA-X	% ZNA
veh lig/h	0	100	100
800	0	46.600	46.6
816		46.12	
1400	0	28.600	28.6
X = fna,PTS = 46.12000			
REDONDEO (+ PROX A 0.1) = 46.10 %			
fna,PTS = 46.10			

HALLANDO fna,PTS			
INTERPOLACIÓN - TABLA 8 fna			
REPARTO POR SENTIDOS=		50	50
Ici	% ZNA	% ZNA-X	% ZNA
veh lig/h	0	100	100
800	0	46.600	46.6
816		46.12	
1400	0	28.600	28.6
X = fna,PTS = 46.12000			
REDONDEO (+ PROX A 0.1) = 46.10 %			
fna,PTS = 46.10			

HALLANDO PTSd		
ECUACION 9		
DATOS		
PTSBa	43.70	%
fna,PTS	46.1	
Ici,d,PTS =	415 veh lig/h	
Ici,o,PTS =	401 veh lig/h	
PTSd	67.14547	%
$PTS_d = PTSB_d + f_{na,PTS} \left(\frac{I_{ci,d,PTS}}{I_{ci,d,PTS} + I_{ci,o,PTS}} \right)$		
PTSd = 67.1 %		

HALLANDO PTSd		
ECUACION 9		
DATOS		
PTSBa	43.30	%
fna,PTS	46.1	
Ici,d,PTS =	401 veh lig/h	
Ici,o,PTS =	415 veh lig/h	
PTSd	65.95453	%
$PTS_d = PTSB_d + f_{na,PTS} \left(\frac{I_{ci,d,PTS}}{I_{ci,d,PTS} + I_{ci,o,PTS}} \right)$		
PTSd = 66.0 %		

3.6.1.5. Cálculo del nivel de servicio y capacidad

Determinación del nivel de servicio

Procedimiento

- Se determinará el nivel de servicio con los datos obtenidos previamente de acuerdo a la Tabla 1.
Para el caso del Segmento 21 (S – 21), se tienen los siguientes datos (Clase I):
- VMR: 20.147 mi/h
- PTS: 61.5 %

Tabla 1

NS	Carreteras dos carriles clase I		Carreteras clase II PTS (%)
	VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	
NS A	>55 // >90	≤35	≤40
NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55
NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70
NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85

Entonces tenemos:

- Nivel de servicio (NS) según VMR (velocidad media de recorrido): E
- Nivel de servicio (NS) según PTS (porcentaje de tiempo de seguimiento): C
- El HCM 2010 recomienda utilizar el nivel de servicio más bajo, entonces para este caso quedaría:
- NS del segmento S – 21: E

Determinación de la capacidad

La capacidad se determinará de acuerdo a las siguientes ecuaciones

Ecuación 11

$$C_{r,VMR} = 1.700 * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}$$

Ecuación 12

$$C_{r,PTS} = 1.700 * f_{t,PTS} * f_{VP,PTS}$$

Donde

- $C_{r,VMR}$ = capacidad en el sentido analizado para condiciones reales (veh lig/h), basada en VMR
- $C_{r,PTS}$ = capacidad en el sentido analizado para condiciones reales (veh lig/h) basadas en PTS

Los demás factores ya han sido definidos previamente.

En el caso del segmento S – 21, para hallar los factores $f_{t,VMR}$, $f_{VP,VMR}$ se entrarán a las tablas con el siguiente dato:

- $I_{ci,d,VMR} = 331$ veh lig/h

En el caso de los factores $f_{t,PTS} * f_{VP,PTS}$ se entrarán a las tablas con el siguiente dato:

- $I_{ci,d,PTS} = 309$ veh lig/h

Entonces de acuerdo a la ecuación 11 y 12 tenemos:

- $C_{r,VMR} = 1547$ veh/h
- $C_{r,PTS} = 1661$ veh/h

El valor más bajo de los dos representa la capacidad para el segmento 21:

- Capacidad del segmento S – 21: 1547 veh/h

CARRETERA - CLASE I – SEGMENTO 21-22

Figura 55: Hoja de Cálculo de Nivel de Servicio y Capacidad Vial-seg.21-22

SEGMENTO : S-21		TODOS	SEGMENTO : S-22																																																													
SENTIDO ANALIZADO SENTIDO DIRECTO "D"			SENTIDO ANALIZADO SENTIDO OPUESTO "O"																																																													
PASO 08-DETERMINACION DE NS Y CV			PASO 08-DETERMINACION DE NS Y CV																																																													
DATOS			DATOS																																																													
VMR	20.1 mi/h		VMR	18.7 mi/h																																																												
PTS	61.5 %		PTS	61.3 %																																																												
CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO-NS			CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO-NS																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NS</th> <th>Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)</th> <th>PTS (%)</th> <th>Carreteras clase II PTS (%)</th> <th>Carreteras clase III PVL (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NS A</td> <td>>55 // >90</td> <td>≤35</td> <td>≤40</td> <td>>91.7</td> </tr> <tr> <td>NS B</td> <td>>50-55 // >82-90</td> <td>>35-50</td> <td>>40-55</td> <td>>83.3-91.7</td> </tr> <tr> <td>NS C</td> <td>>45-50 // >74-80</td> <td>>50-65</td> <td>>55-70</td> <td>>75.0-83.3</td> </tr> <tr> <td>NS D</td> <td>>40-45 // >65-74</td> <td>>65-80</td> <td>>70-85</td> <td>>66.7-75.0</td> </tr> <tr> <td>NS E</td> <td>≤40 // ≤65</td> <td>>80</td> <td>>85</td> <td>≤66.7</td> </tr> </tbody> </table>		NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)	NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91.7	NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55	>83.3-91.7	NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70	>75.0-83.3	NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85	>66.7-75.0	NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66.7		<table border="1"> <thead> <tr> <th>NS</th> <th>Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)</th> <th>PTS (%)</th> <th>Carreteras clase II PTS (%)</th> <th>Carreteras clase III PVL (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NS A</td> <td>>55 // >90</td> <td>≤35</td> <td>≤40</td> <td>>91.7</td> </tr> <tr> <td>NS B</td> <td>>50-55 // >82-90</td> <td>>35-50</td> <td>>40-55</td> <td>>83.3-91.7</td> </tr> <tr> <td>NS C</td> <td>>45-50 // >74-80</td> <td>>50-65</td> <td>>55-70</td> <td>>75.0-83.3</td> </tr> <tr> <td>NS D</td> <td>>40-45 // >65-74</td> <td>>65-80</td> <td>>70-85</td> <td>>66.7-75.0</td> </tr> <tr> <td>NS E</td> <td>≤40 // ≤65</td> <td>>80</td> <td>>85</td> <td>≤66.7</td> </tr> </tbody> </table>		NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)	NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91.7	NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55	>83.3-91.7	NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70	>75.0-83.3	NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85	>66.7-75.0	NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66.7
NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)																																																												
NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91.7																																																												
NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55	>83.3-91.7																																																												
NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70	>75.0-83.3																																																												
NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85	>66.7-75.0																																																												
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66.7																																																												
NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)																																																												
NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91.7																																																												
NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55	>83.3-91.7																																																												
NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70	>75.0-83.3																																																												
NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85	>66.7-75.0																																																												
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66.7																																																												
NS_VMR	E		NS_VMR	E																																																												
NS_PTS	C		NS_PTS	C																																																												
NS	E		NS	E																																																												
SE TOMARA EL MENOR			SE TOMARA EL MENOR																																																													
RESPUESTA			RESPUESTA																																																													
SEGMENTO : S-21			SEGMENTO : S-22																																																													
NIVEL DE SERVICIO : E			NIVEL DE SERVICIO : E																																																													
CALCULO DE LA CAPACIDAD VIAL-CV			CALCULO DE LA CAPACIDAD VIAL-CV																																																													
DATOS			DATOS																																																													
FHP	1		FHP	1																																																												
PC	24		PC	18.42																																																												
PR	0		PR	0																																																												
REPARTO	50 %		REPARTO	50 %																																																												
TERRENO	PEND. ESPEC		TERRENO	PEND. ESPEC																																																												
HALLANDO ft,VMR - ft,PTS			HALLANDO ft,VMR - ft,PTS																																																													
VMR			VMR																																																													
Ici,d,VMR	331 veh lig/h		Ici,o,VMR	324 veh lig/h																																																												
ft,VMR - TERRENO PEND. ESPEC.			ft,VMR - TERRENO PEND. ESPEC.																																																													
INTERPOLACIÓN-FIGURA 7-ft,VMR			INTERPOLACIÓN-FIGURA 7-ft,VMR																																																													
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO PEND. ESPEC.		Ici,d (veh lig/h)	TERRENO PEND. ESPEC.																																																												
300	1		300	1																																																												
331	X		324	X																																																												
400	1		400	1																																																												
X = ft,VMR = 1			X = ft,VMR = 1																																																													
REDONDEO (+PROX 0.01) = 1			REDONDEO (+PROX 0.01) = 1																																																													
ft,VMR		1	ft,VMR		1																																																											
ft,VMR - TERRENO RAMPA ESPECIFICA			ft,VMR - TERRENO RAMPA ESPECIFICA																																																													
INTERPOLACIÓN-TABLA 2-ft,VMR			INTERPOLACIÓN-TABLA 2-ft,VMR																																																													
GRADO %	Longitud rampa (mi)	Ici,d (veh lig/h)																																																														
		400 331 500																																																														
3.4	0.25	0 0.000 0																																																														
	0.26	0.00																																																														
	0.5	0 0.000 0																																																														
X = ft,VMR = 0.00			X = ft,VMR = 0.00																																																													
REDONDEO (+PROX 0.1) = 0			REDONDEO (+PROX 0.1) = 0																																																													
ft,VMR		1	ft,VMR		1																																																											
PTS			PTS																																																													
Ici,d,PTS	309 veh lig/h		Ici,o,PTS	308 veh lig/h																																																												
ft,PTS - TERRENO PEND. ESPEC.			ft,PTS - TERRENO PEND. ESPEC.																																																													
INTERPOLACIÓN-FIGURA 10-ft,PTS			INTERPOLACIÓN-FIGURA 10-ft,PTS																																																													
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO PEND. ESPEC.		Ici,d (veh lig/h)	TERRENO PEND. ESPEC.																																																												
300	1		300	1																																																												
309	X		308	X																																																												
400	1		400	1																																																												
X = ft,PTS = 1			X = ft,PTS = 1																																																													
REDONDEO (+PROX 0.01) = 1			REDONDEO (+PROX 0.01) = 1																																																													
ft,PTS		1	ft,PTS		1																																																											
ft,PTS - TERRENO RAMPA ESPECIFICA			ft,PTS - TERRENO RAMPA ESPECIFICA																																																													
INTERPOLACIÓN-TABLA 6-ft,PTS			INTERPOLACIÓN-TABLA 6-ft,PTS																																																													
GRADO %	Longitud rampa (mi)	Ici,d (veh lig/h)																																																														
		400 309 500																																																														
3.4	0.25	0 0.000 0																																																														
	0.26	0.00																																																														
	0.5	0 0.000 0																																																														
X = ft,PTS = 0.00			X = ft,PTS = 0.00																																																													
REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.00			REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.00																																																													
ft,PTS		1	ft,PTS		1																																																											



HALLANDO fVP,VMR - fVP,PTS	
VMR	
Ici,d,VMR	331 veh lig/h
PARA TERRENO PEND. ESPEC. INTERPOLACIÓN FIG. 8 para hallar Ec	
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO PEND. ESPEC.
300	1.4
331	X
400	1.3
X = Ec =	1.369
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.4
Ec = 1.4	
ER = 1	
PC = 0.24	
PR = 0	
$f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$	
fvp,vmr 0.91	

HALLANDO fVP,VMR - fVP,PTS	
VMR	
Ici,o,VMR	324 veh lig/h
PARA TERRENO PEND. ESPEC. INTERPOLACIÓN FIG. 8 para hallar Ec	
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO PEND. ESPEC.
300	1.4
324	X
400	1.3
X = Ec =	1.376
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.4
Ec = 1.4	
ER = 1	
PC = 0.1842	
PR = 0	
$f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$	
fvp,vmr 0.93	

PTS	
Ici,d,PTS	309 veh lig/h
PARA TERRENO PEND. ESPEC. INTERPOLACIÓN -FIGURA 11 Ec	
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO PEND. ESPEC.
300	1.1
309	X
400	1.1
X = Ec =	1.1
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.1
Ec = 1.1	
ER = 1	
PC = 0.24	
PR = 0	
$f_{VP,PTS} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$	
fvp,pts : 0.9766	
REDONDEO = 0.977	
fvp,pts = 0.977	

PTS	
Ici,d,PTS	308 veh lig/h
PARA TERRENO PEND. ESPEC. INTERPOLACIÓN -FIGURA 11 Ec	
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO PEND. ESPEC.
300	1.1
308	X
400	1.1
X = Ec =	1.1
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.1
Ec = 1.1	
ER = 1	
PC = 0.1842	
PR = 0	
$f_{VP,PTS} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$	
fvp,pts : 0.9819	
REDONDEO = 0.982	
fvp,pts = 0.982	

HALLANDO CrVMR - CrPTS			
VMR		PTS	
ft,VMR	1	ft,PTS	1
fvp,VMR	0.91	fvp,PTS	0.977
Ici,d =	1,700 veh lig/h	DEMANDA IDEAL	
CrVMR	1547 veh/h	CrPTS	1660.9 veh/h
ECUACIÓN 12		ECUACIÓN 11	
$C_{r,PTS} = 1.700 * f_{t,PTS} * f_{VP,PTS}$		$C_{r,VMR} = 1.700 * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}$	
ESCOGER LA CAPACIDAD MENOR SEGÚN VMR Ó PTS			
Crd = 1547 veh/h		SE TOMARA EL MENOR VALOR	
Crd + Cro = 3128 veh/h			

HALLANDO CrVMR - CrPTS			
VMR		PTS	
ft,VMR	1	ft,PTS	1
fvp,VMR	0.93	fvp,PTS	0.982
Ici,d =	1,700 veh lig/h	DEMANDA IDEAL	
CrVMR	1581 veh/h	CrPTS	1669.4 veh/h
ECUACIÓN 12		ECUACIÓN 11	
$C_{r,PTS} = 1.700 * f_{t,PTS} * f_{VP,PTS}$		$C_{r,VMR} = 1.700 * f_{t,VMR} * f_{VP,VMR}$	
ESCOGER LA CAPACIDAD MENOR SEGÚN VMR Ó PTS			
Cro = 1581 veh/h		SE TOMARA EL MENOR VALOR	
QUEDA, FIN DEL EJERCICIO			

CARRETERA - CLASE I – SEGMENTO 23-24

Figura 56: Hoja de Cálculo de Nivel de Servicio y Capacidad Vial-seg.23-24

SEGMENTO : S-23		TODOS	SEGMENTO : S-24																																																													
SENTIDO ANALIZADO SENTIDO DIRECTO "D"			SENTIDO ANALIZADO SENTIDO OPUESTO "O"																																																													
PASO 08-DETERMINACION DE NS Y CV			PASO 08-DETERMINACION DE NS Y CV																																																													
DATOS			DATOS																																																													
VMR	41.6 mi/h		VMR	40.5 mi/h																																																												
PTS	67.1 %		PTS	66.0 %																																																												
CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO-NS			CALCULO DE NIVEL DE SERVICIO-NS																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NS</th> <th>Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)</th> <th>PTS (%)</th> <th>Carreteras clase II PTS (%)</th> <th>Carreteras clase III PVL (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NS A</td> <td>>55 // >90</td> <td>≤35</td> <td>≤40</td> <td>>91.7</td> </tr> <tr> <td>NS B</td> <td>>50.55 // >82.90</td> <td>>35.50</td> <td>>40.55</td> <td>>83.3-91.7</td> </tr> <tr> <td>NS C</td> <td>>45.50 // >74.80</td> <td>>50.65</td> <td>>55.70</td> <td>>75.0-83.3</td> </tr> <tr> <td>NS D</td> <td>>40.45 // >65.74</td> <td>>65.80</td> <td>>70.85</td> <td>>66.7-75.0</td> </tr> <tr> <td>NS E</td> <td>≤40 // ≤65</td> <td>>80</td> <td>>85</td> <td>≤66.7</td> </tr> </tbody> </table>		NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)	NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91.7	NS B	>50.55 // >82.90	>35.50	>40.55	>83.3-91.7	NS C	>45.50 // >74.80	>50.65	>55.70	>75.0-83.3	NS D	>40.45 // >65.74	>65.80	>70.85	>66.7-75.0	NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66.7		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NS</th> <th>Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)</th> <th>PTS (%)</th> <th>Carreteras clase II PTS (%)</th> <th>Carreteras clase III PVL (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NS A</td> <td>>55 // >90</td> <td>≤35</td> <td>≤40</td> <td>>91.7</td> </tr> <tr> <td>NS B</td> <td>>50.55 // >82.90</td> <td>>35.50</td> <td>>40.55</td> <td>>83.3-91.7</td> </tr> <tr> <td>NS C</td> <td>>45.50 // >74.80</td> <td>>50.65</td> <td>>55.70</td> <td>>75.0-83.3</td> </tr> <tr> <td>NS D</td> <td>>40.45 // >65.74</td> <td>>65.80</td> <td>>70.85</td> <td>>66.7-75.0</td> </tr> <tr> <td>NS E</td> <td>≤40 // ≤65</td> <td>>80</td> <td>>85</td> <td>≤66.7</td> </tr> </tbody> </table>		NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)	NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91.7	NS B	>50.55 // >82.90	>35.50	>40.55	>83.3-91.7	NS C	>45.50 // >74.80	>50.65	>55.70	>75.0-83.3	NS D	>40.45 // >65.74	>65.80	>70.85	>66.7-75.0	NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66.7
NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)																																																												
NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91.7																																																												
NS B	>50.55 // >82.90	>35.50	>40.55	>83.3-91.7																																																												
NS C	>45.50 // >74.80	>50.65	>55.70	>75.0-83.3																																																												
NS D	>40.45 // >65.74	>65.80	>70.85	>66.7-75.0																																																												
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66.7																																																												
NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)																																																												
NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91.7																																																												
NS B	>50.55 // >82.90	>35.50	>40.55	>83.3-91.7																																																												
NS C	>45.50 // >74.80	>50.65	>55.70	>75.0-83.3																																																												
NS D	>40.45 // >65.74	>65.80	>70.85	>66.7-75.0																																																												
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66.7																																																												
NS_VMR	D		NS_VMR	D																																																												
NS_PTS	D		NS_PTS	D																																																												
NS	D		NS	D																																																												
SE TOMARA EL MENOR			SE TOMARA EL MENOR																																																													
RESPUESTA SEGMENTO : S-23 NIVEL DE SERVICIO : D			RESPUESTA SEGMENTO : S-24 NIVEL DE SERVICIO : D																																																													
CALCULO DE LA CAPACIDAD VIAL-CV			CALCULO DE LA CAPACIDAD VIAL-CV																																																													
DATOS			DATOS																																																													
FHP	1		FHP	1																																																												
PC	24		PC	18.42																																																												
PR	0		PR	0																																																												
REPARTO	50 %		REPARTO	50 %																																																												
TERRENO	ONDULADO		TERRENO	ONDULADO																																																												
HALLANDO ft,VMR - ft,PTS			HALLANDO ft,VMR - ft,PTS																																																													
VMR			VMR																																																													
Ici,d,VMR	460 veh lig/h		Ici,o,VMR	437 veh lig/h																																																												
ft,VMR - TERRENO ONDULADO INTERPOLACIÓN-FIGURA 7-ft,VMR			ft,VMR - TERRENO ONDULADO INTERPOLACIÓN-FIGURA 7-ft,VMR																																																													
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO ONDULADO		Ici,d (veh lig/h)	TERRENO ONDULADO																																																												
400	0.9		400	0.9																																																												
460	X		437	X																																																												
500	0.95		500	0.95																																																												
X = ft,VMR = 0.93			X = ft,VMR = 0.9185																																																													
REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.93			REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.92																																																													
ft,VMR 0.93			ft,VMR 0.92																																																													
ft,VMR - TERRENO RAMPA ESPECIFICA INTERPOLACIÓN-TABLA 2-ft,VMR			ft,VMR - TERRENO RAMPA ESPECIFICA INTERPOLACIÓN-TABLA 2-ft,VMR																																																													
GRADO	Longitud	Ici,d (veh lig/h)	GRADO	Longitud	Ici,d (veh lig/h)																																																											
%	rampa (mi)	400 460 500	%	rampa (mi)	400 437 500																																																											
3.4	0.25	0 0.000 0	3.4	0.25	0 0.000 0																																																											
	0.26	0 0.00 0		0.26	0 0.00 0																																																											
	0.5	0 0.000 0		0.5	0 0.000 0																																																											
X = ft,VMR = 0.00			X = ft,VMR = 0.00																																																													
REDONDEO (+PROX 0.1) = 0			REDONDEO (+PROX 0.1) = 0																																																													
ft,VMR 0.93			ft,VMR 0.92																																																													
PTS			PTS																																																													
Ici,d,PTS	415 veh lig/h		Ici,o,PTS	401 veh lig/h																																																												
ft,PTS - TERRENO ONDULADO INTERPOLACIÓN-FIGURA 10 - ft,PTS			ft,PTS - TERRENO ONDULADO INTERPOLACIÓN-FIGURA 10 - ft,PTS																																																													
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO ONDULADO		Ici,d (veh lig/h)	TERRENO ONDULADO																																																												
400	0.9		400	0.9																																																												
415	X		401	X																																																												
500	0.96		500	0.96																																																												
X = ft,PTS = 0.909			X = ft,PTS = 0.9006																																																													
REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.91			REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.9																																																													
ft,PTS 0.91			ft,PTS 0.9																																																													
ft,PTS - TERRENO RAMPA ESPECIFICA INTERPOLACIÓN-TABLA 6 - ft,PTS			ft,PTS - TERRENO RAMPA ESPECIFICA INTERPOLACIÓN-TABLA 6 - ft,PTS																																																													
GRADO	Longitud	Ici,d (veh lig/h)	GRADO	Longitud	Ici,d (veh lig/h)																																																											
%	rampa (mi)	400 415 500	%	rampa (mi)	400 401 500																																																											
3.4	0.25	0 0.000 0	3.4	0.25	0 0.000 0																																																											
	0.26	0 0.00 0		0.26	0 0.00 0																																																											
	0.5	0 0.000 0		0.5	0 0.000 0																																																											
X = ft,PTS = 0.00			X = ft,PTS = 0.00																																																													
REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.00			REDONDEO (+PROX 0.01) = 0.00																																																													
ft,PTS 0.91			ft,PTS 0.9																																																													



HALLANDO $f_{VP,VMR} - f_{VP,PTS}$		
VMR		
Ici,d,VMR	460 veh lig/h	
PARA TERRENO ONDULADO INTERPOLACIÓN FIG. 8 para hallar Ec		
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO ONDULADO	
400	2	
460	X	
500	1.8	
X = Ec = 1.88		
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.9	
Ec = 1.9		
PARA RAMPA ESPECIFICA INTERPOLACIÓN TABLA 3 para hallar Ec		
GRADO % S	Longitud rampa (mi)	Ici,d (veh lig/h)
3.4	0.25	400 0 0.000 0
	0.26	0.00
	0.5	0 0.000 0
X = Ec = 0.00		
REDONDEO (+PROX 0.1)	0	
ECUACIÓN 4 $f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$		
Ec =	1.9	
Er =	1.1	
Pc =	0.24	
Pr =	0	
fvp,vmr 0.82		

HALLANDO $f_{VP,VMR} - f_{VP,PTS}$		
VMR		
Ici,o,VMR	437 veh lig/h	
PARA TERRENO ONDULADO INTERPOLACIÓN FIG. 8 para hallar Ec		
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO ONDULADO	
400	2	
437	X	
500	1.8	
X = Ec = 1.926		
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.9	
Ec = 1.9		
PARA RAMPA ESPECIFICA INTERPOLACIÓN TABLA 3 para hallar Ec		
GRADO % S	Longitud rampa (mi)	Ici,d (veh lig/h)
3.4	0.25	400 0 0.000 0
	0.26	0.00
	0.5	0 0.000 0
X = Ec = 0.00		
REDONDEO (+PROX 0.1)	0	
ECUACIÓN 4 $f_{VP,VMR} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$		
Ec =	1.9	
Er =	1.1	
Pc =	0.1842	
Pr =	0	
fvp,vmr 0.86		

PTS		
Ici,d,PTS	415 veh lig/h	
PARA TERRENO ONDULADO INTERPOLACIÓN -FIGURA 11 Ec		
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO ONDULADO	
400	1.6	
415	X	
500	1.4	
X = Ec = 1.57		
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.6	
Ec = 1.6		
PARA RAMPA ESPECIFICA INTERPOLACIÓN-TABLA 7 - Ec		
GRADO % S	Longitud rampa (mi)	Ivph (veh/h)
3.4	0.25	400 0 0.000 0
	0.26	0.00
	0.5	0 0.000 0
X = Ec = 0.00		
REDONDEO (+PROX 0.1) =	0.00	
ECUACIÓN 8 $f_{VP,PTS} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$		
Ec =	1.6	
Er =	1	
Pc =	0.24	
Pr =	0	
fvp,PTS = 0.8741		
REDONDEO =	0.874	
fvp,PTS = 0.874		

PTS		
Ici,d,PTS	401 veh lig/h	
PARA TERRENO ONDULADO INTERPOLACIÓN -FIGURA 11 Ec		
Ici,d (veh lig/h)	TERRENO ONDULADO	
400	1.6	
401	X	
500	1.4	
X = Ec = 1.598		
REDONDEO (+PROX 0.1) =	1.6	
Ec = 1.6		
PARA RAMPA ESPECIFICA INTERPOLACIÓN-TABLA 7 - Ec		
GRADO % S	Longitud rampa (mi)	Ivph (veh/h)
3.4	0.25	400 0 0.000 0
	0.26	0.00
	0.5	0 0.000 0
X = Ec = 0.00		
REDONDEO (+PROX 0.1) =	0.00	
ECUACIÓN 8 $f_{VP,PTS} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1)}$		
Ec =	1.6	
Er =	1	
Pc =	0.1842	
Pr =	0	
fvp,PTS = 0.9005		
REDONDEO =	0.9	
fvp,PTS = 0.9		

HALLANDO CrVMR - CrPTS	
VMR	PTS
ft,VMR	0.93
fvp,VMR	0.82
Ici,d =	1,700 veh lig/h DEMANDA IDEAL
CrVMR	1296.42 veh/h
ECUACIÓN 12 $C_{r,PTS} = 1.700 * f_{L,PTS} * f_{VP,PTS}$	
ft,PTS	0.91
fvp,PTS	0.874
CrPTS	1352.1 veh/h
ECUACIÓN 11 $C_{r,VMR} = 1.700 * f_{L,VMR} * f_{VP,VMR}$	
ESCOGER LA CAPACIDAD MENOR SEGÚN VMR Ó PTS	
Crđ = 1296.4 veh/h	SE TOMARA EL MENOR VALOR
Crđ + Cro = 2641 veh/h	

HALLANDO CrVMR - CrPTS	
VMR	PTS
ft,VMR	0.92
fvp,VMR	0.86
Ici,d =	1,700 veh lig/h DEMANDA IDEAL
CrVMR	1345.04 veh/h
ECUACIÓN 12 $C_{r,PTS} = 1.700 * f_{L,PTS} * f_{VP,PTS}$	
ft,PTS	0.9
fvp,PTS	0.9
CrPTS	1377 veh/h
ECUACIÓN 11 $C_{r,VMR} = 1.700 * f_{L,VMR} * f_{VP,VMR}$	
ESCOGER LA CAPACIDAD MENOR SEGÚN VMR Ó PTS	
Cro = 1345 veh/h	SE TOMARA EL MENOR VALOR
QUEDA, FIN DEL EJERCICIO	

4. CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Resumen de nivel de servicio y capacidad vial por segmentos

CLASE I- II

Tabla 13: Resumen de NS-CV de segmentos-sentido Tica Tica-Izcuchaca

SENTIDO: ARCO TICA TICA - IZCUCHACA							
SEGMENTOS	CAPACIDAD (veh/h)	NS	LONGITUD (m)	LONGITUD (mi)	TIPO DE TERRENO	CLASE	Lt (mi)
S-1	1700	D	1100	0.68	RAMPA ESPC.	CLASE II	4.17
S-3	1700	E	480	0.30	PLANO		
S-5	1700	D	1060	0.66	RAMPA ESPC.		
S-7	1700	D	200	0.12	ONDULADO		
S-9	1700	E	620	0.39	RAMPA		
S-11	1700	D	160	0.10	PLANO		
S-13	1700	E	1720	1.07	RAMPA		
S-15	1700	D	540	0.34	ONDULADO		
S-17	1700	D	260	0.16	PLANO		
S-19	1700	D	570	0.35	RAMPA ESPC.		
S-21	1547	E	150	0.09	PEND. ESPEC.	CLASE I	6.18
S-23	1296	D	380	0.24	ONDULADO		
S-25	1547	E	360	0.22	PEND. ESPEC.		
S-27	1296	D	380	0.24	ONDULADO		
S-29	1547	C	340	0.21	PLANO		
S-31	1296	D	1020	0.63	ONDULADO		
S-33	1518	D	400	0.25	ONDULADO		
S-35	1700	C	340	0.21	PLANO		
S-37	1518	D	320	0.20	ONDULADO		
S-39	1700	C	540	0.34	PLANO		
S-41	1530	E	420	0.26	RAMPA ESPC.		
S-43	1518	D	420	0.26	ONDULADO		
S-45	1700	E	300	0.19	PENDIENTE		
S-47	1518	D	400	0.25	ONDULADO		
S-49	1700	D	520	0.32	PLANO		
S-51	1581	E	460	0.29	RAMPA		
S-53	1700	D	580	0.36	PLANO		
S-55	1518	D	480	0.30	ONDULADO		
S-57	1700	E	360	0.22	PENDIENTE		
S-59	1518	D	220	0.14	ONDULADO		
S-61	1700	E	360	0.22	PENDIENTE		
S-63	1518	D	440	0.27	ONDULADO		
S-65	1700	D	760	0.47	PLANO		

Fuente: Propia

Tabla 14: Resumen de NS-CV de segmentos-sentido Izcuchaca –Tica Tica

SENTIDO: IZCUCHACA - ARCO TICA TICA							
SEGMENTOS	CAPACIDAD (veh/h)	NS	LONGITUD (m)	LONGITUD (mi)	TIPO DE TERRENO	CLASE	Lt (mi)
S-2	1133	D	1100	0.68	RAMPA ESPEC.	CLASE II	4.17
S-4	1133	C	480	0.30	PLANO		
S-6	1133	C	1060	0.66	RAMPA ESPEC.		
S-8	1133	D	200	0.12	ONDULADO		
S-10	1133	C	620	0.39	RAMPA		
S-12	1133	C	160	0.10	PLANO		
S-14	1133	D	1720	1.07	RAMPA		
S-16	1133	D	540	0.34	ONDULADO		
S-18	1133	C	260	0.16	PLANO		
S-20	1133	C	570	0.35	RAMPA ESPEC.		
S-22	1581	E	150	0.09	PEND. ESPEC.	CLASE I	6.18
S-24	1345	D	380	0.24	ONDULADO		
S-26	1581	E	360	0.22	PEND. ESPEC.		
S-28	1345	D	380	0.24	ONDULADO		
S-30	1581	D	340	0.21	PLANO		
S-32	1345	D	1020	0.63	ONDULADO		
S-34	1345	D	400	0.25	ONDULADO		
S-36	1133	D	340	0.21	PLANO		
S-38	1345	D	320	0.20	ONDULADO		
S-40	1133	D	540	0.34	PLANO		
S-42	1224	E	420	0.26	RAMPA ESPEC.		
S-44	1345	D	420	0.26	ONDULADO		
S-46	1133	E	300	0.19	PENDIENTE		
S-48	1345	D	400	0.25	ONDULADO		
S-50	1133	D	520	0.32	PLANO		
S-52	1239	E	460	0.29	RAMPA		
S-54	1133	D	580	0.36	PLANO		
S-56	1345	D	480	0.30	ONDULADO		
S-58	1133	E	360	0.22	PENDIENTE		
S-60	1345	D	220	0.14	ONDULADO		
S-62	1133	E	360	0.22	PENDIENTE		
S-64	1345	D	440	0.27	ONDULADO		
S-66	1133	D	760	0.47	PLANO		

Fuente: Propia

Tabla 15: Resumen de NS-CV por carril de adelantamiento-clase II

SENTIDO: ARCO TICA TICA - IZCUCHACA											
SEGMENTOS	IH,r,d (veh/h)	LONGITU D (mi)	VMR (mi/h)	PTS (%)	Σ (VMR)	Σ (PTS)	VMR(Inf.)	PTS(Inf.)	TIPO DE CIRCULACIÓN	NS(Inf.)	CLASE
S-1	832.80	0.68	NP	85.00							CLASE II
S-3	832.80	0.30	NP	85.50							
S-5	777.60	0.66	NP	84.00							
S-7	777.60	0.12	NP	82.10							
S-9	778.00	0.39	NP	85.2	NP	425.40	NP	85.08	CIRC. LENTA	E	
S-11	778.00	0.10	NP	83.2							
S-13	778.00	1.07	NP	90.9							
S-15	670.00	0.34	NP	81.9							
S-17	669.60	0.16	NP	80.30							
S-19	669.60	0.35	NP	81.40							
SENTIDO: IZCUCHACA-ARCO TICA TICA											
SEGMENTOS	IH,r,d (veh/h)	LONGITU D (mi)	VMR (mi/h)	PTS (%)	Σ (VMR)	Σ (PTS)	VMR(Inf.)	PTS(Inf.)	TIPO DE CIRCULACIÓN	NS(Inf.)	CLASE
S-2	555.20	0.68	NP	70.20							CLASE II
S-4	555.20	0.30	NP	69.70							
S-6	518.40	0.66	NP	68.30							
S-8	518.40	0.12	NP	71.10							
S-10	518.00	0.39	NP	68.40	NP	349.00	NP	69.80	CIRC. LENTA	C	
S-12	518.00	0.10	NP	68.00							
S-14	518.00	1.07	NP	73.20							
S-16	446.00	0.34	NP	70.20							
S-18	446.40	0.16	NP	64.00							
S-20	446.40	0.35	NP	64.30							

Fuente: Propia

Tabla 16: Resumen de NS-CV por carril de adelantamiento-clase I

SENTIDO: ARCO TICA TICA - IZCUCHACA															
SEGMENTOS	IH,r,d (veh/h)	LONGITU D (mi)	VMR (mi/h)	PTS (%)	VM(i15)	f(total,i15)	fi x PTSi	Σ (VM(i15))	Σ (f(total,i15))	Σ (fi x PTSi)	VMR(Inf.)	PTS(Inf.)	TIPO DE CIRCULACIÓN	NS(Inf.)	CLASE
S-21	302.00	0.09	20.15	61.50	7.04	0.35	21.48								CLASE I
S-23	302.00	0.24	41.56	67.10	17.83	0.43	28.79								
S-25	302.00	0.22	20.55	60.40	16.89	0.82	49.65								
S-27	302.00	0.24	43.06	51.70	17.83	0.41	21.41								
S-29	302.00	0.21	45.28	53.40	15.95	0.35	18.81								
S-31	302.00	0.63	43.06	60.90	47.85	1.11	67.68								
S-33	451.20	0.25	41.66	70.80	28.04	0.67	47.64								
S-35	451.20	0.21	45.21	57.00	23.83	0.53	30.05								
S-37	451.20	0.20	42.26	68.80	22.43	0.53	36.51								
S-39	451.20	0.34	45.21	59.90	37.85	0.84	50.15								
S-41	451.20	0.26	21.75	54.50	29.44	1.35	73.75								
S-43	451.00	0.26	42.20	69.10	29.43	0.70	48.18								
S-45	451.00	0.19	22.30	62.80	21.02	0.94	59.19								
S-47	451.00	0.25	43.00	63.30	28.02	0.65	41.25								
S-49	451.00	0.32	45.00	63.60	36.43	0.81	51.49								
S-51	446.00	0.29	20.60	70.20	31.87	1.55	108.61								
S-53	446.00	0.36	43.20	70.80	40.18	0.93	65.86								
S-55	446.00	0.30	41.50	71.30	33.26	0.80	57.14								
S-57	446.00	0.22	22.30	52.60	24.94	1.12	58.83								
S-59	446.00	0.14	42.90	57.20	15.24	0.36	20.32								
S-61	446.00	0.22	20.10	70.30	24.94	1.24	87.23								
S-63	446.00	0.27	41.40	71.60	30.48	0.74	52.72								
S-65	446.00	0.47	43.20	70.80	52.65	1.22	86.30								
SENTIDO: IZCUCHACA-ARCO TICA TICA															
SEGMENTOS	IH,r,d (veh/h)	LONGITU D (mi)	VMR (mi/h)	PTS (%)	VM(i15)	f(total,i15)	fi x PTSi	Σ (VM(i15))	Σ (f(total,i15))	Σ (fi x PTSi)	VMR(Inf.)	PTS(Inf.)	TIPO DE CIRCULACIÓN	NS(Inf.)	CLASE
S-22	302.00	0.09	18.66	61.30	7.04	0.38	23.12								CLASE I
S-24	302.00	0.24	40.54	66.00	17.83	0.44	29.02								
S-26	302.00	0.22	18.76	61.10	16.89	0.90	55.01								
S-28	302.00	0.24	42.14	51.00	17.83	0.42	21.58								
S-30	302.00	0.21	43.14	54.40	15.95	0.37	20.11								
S-32	302.00	0.63	42.14	58.40	47.85	1.14	66.32								
S-34	300.80	0.25	43.00	53.10	18.69	0.43	23.08								
S-36	300.80	0.21	43.77	42.10	15.89	0.36	15.28								
S-38	300.80	0.20	42.10	60.70	14.95	0.36	21.56								
S-40	300.80	0.34	43.77	44.40	25.23	0.58	25.59								
S-42	300.80	0.26	20.58	43.90	19.63	0.95	41.87								
S-44	301.00	0.26	42.70	58.60	19.64	0.46	26.95								
S-46	301.00	0.19	21.60	50.50	14.03	0.65	32.80								
S-48	301.00	0.25	43.00	56.10	18.70	0.43	24.40								
S-50	301.00	0.32	43.70	49.40	24.31	0.56	27.49								
S-52	298.00	0.29	20.80	51.90	21.29	1.02	53.13								
S-54	298.00	0.36	42.30	54.30	26.85	0.63	34.47								
S-56	298.00	0.30	41.70	61.00	22.22	0.53	32.50								
S-58	298.00	0.22	21.30	42.00	16.67	0.78	32.86								
S-60	298.00	0.14	43.00	49.60	10.18	0.24	11.75								
S-62	298.00	0.22	20.00	53.50	16.67	0.83	44.58								
S-64	298.00	0.27	41.70	61.00	20.37	0.49	29.80								
S-66	298.00	0.47	42.30	54.30	35.18	0.83	45.16								

Fuente: Propia

Tabla 17: Resumen de propuesta por clase de carretera clase II

SENTIDO: ARCO TICA TICA - IZCUCHACA								
SEGMENTOS	IH,r,d (veh/h)	LONGITUD SEG. (mi)	VMR (mi/h)	PTS (%)	VMR(Inf.)	PTS(Inf.)	NS TRAMO	CLASE
S-1	832.80	0.68	NP	85.00	NP	83.95	D	CLASE II
S-3	832.80	0.30	NP	85.50				
S-5	777.60	0.66	NP	84.00				
S-7	777.60	0.12	NP	82.10				
S-9	778.00	0.39	NP	85.20				
S-11	778.00	0.10	NP	83.20				
S-13	778.00	1.07	NP	90.90				
S-15	670.00	0.34	NP	81.90				
S-17	669.60	0.16	NP	80.30				
S-19	669.60	0.35	NP	81.40				

SENTIDO: IZCUCHACA - ARCO TICA TICA								
SEGMENTOS	IH,r,d (veh/h)	LONGITUD SEG. (mi)	VMR (mi/h)	PTS (%)	VMR(Inf.)	PTS(Inf.)	NS TRAMO	CLASE
S-2	555.20	0.68	NP	70.20	NP	68.74	C	CLASE II
S-4	555.20	0.30	NP	69.70				
S-6	518.40	0.66	NP	68.30				
S-8	518.40	0.12	NP	71.10				
S-10	518.00	0.39	NP	68.40				
S-12	518.00	0.10	NP	68.00				
S-14	518.00	1.07	NP	73.20				
S-16	446.00	0.34	NP	70.20				
S-18	446.40	0.16	NP	64.00				
S-20	446.40	0.35	NP	64.30				

Fuente: Propia

Tabla 18: Resumen de propuesta por clase de carretera clase I

SENTIDO: ARCO TICA TICA - IZCUCHACA														
SEGMENTOS	IH,r,d (veh/h)	LONGITUD SEG. (mi)	VMR (mi/h)	PTS (%)	VM(i15)	f(total,i15)	ti x PTSi	Σ VM(i15)	Σ (total,i15)	Σ ti x PTSi	VMR(Inf.)	PTS(Inf.)	NS TRAMO	CLASE
S-21	302.00	0.09	20.15	61.50	7.04	0.35	21.48	633.44	18.45	1183.04	34.33	64.13	E	CLASE I
S-23	302.00	0.24	41.56	67.10	17.83	0.43	28.79							
S-25	302.00	0.22	20.55	60.40	16.89	0.82	49.65							
S-27	302.00	0.24	43.06	51.70	17.83	0.41	21.41							
S-29	302.00	0.21	45.28	53.40	15.95	0.35	18.81							
S-31	302.00	0.63	43.06	60.90	47.85	1.11	67.68							
S-33	451.20	0.25	41.66	70.80	28.04	0.67	47.64							
S-35	451.20	0.21	45.21	57.00	23.83	0.53	30.05							
S-37	451.20	0.20	42.26	68.80	22.43	0.53	36.51							
S-39	451.20	0.34	45.21	59.90	37.85	0.84	50.15							
S-41	451.20	0.26	21.75	54.50	29.44	1.35	73.75							
S-43	451.00	0.26	42.20	69.10	29.43	0.70	48.18							
S-45	451.00	0.19	22.30	62.80	21.02	0.94	59.19							
S-47	451.00	0.25	43.00	63.30	28.02	0.65	41.25							
S-49	451.00	0.32	45.00	63.60	36.43	0.81	51.49							
S-51	446.00	0.29	20.60	70.20	31.87	1.55	108.61							
S-53	446.00	0.36	43.20	70.80	40.18	0.93	65.86							
S-55	446.00	0.30	41.50	71.30	33.26	0.80	57.14							
S-57	446.00	0.22	22.30	52.60	24.94	1.12	58.83							
S-59	446.00	0.14	42.90	57.20	15.24	0.36	20.32							
S-61	446.00	0.22	20.10	70.30	24.94	1.24	87.23							
S-63	446.00	0.27	41.40	71.60	30.48	0.74	52.72							
S-65	446.00	0.47	43.20	70.80	52.65	1.22	86.30							

SENTIDO: IZCUCHACA - ARCO TICA TICA														
SEGMENTOS	IH,r,d (veh/h)	LONGITUD SEG. (mi)	VMR (mi/h)	PTS (%)	VM(i15)	f(total,i15)	ti x PTSi	Σ VM(i15)	Σ (total,i15)	Σ ti x PTSi	VMR(Inf.)	PTS(Inf.)	NS TRAMO	CLASE
S-22	302.00	0.09	18.66	61.30	7.04	0.38	23.12	463.88	13.79	738.44	33.63	53.54	E	CLASE I
S-24	302.00	0.24	40.54	66.00	17.83	0.44	29.02							
S-26	302.00	0.22	18.76	61.10	16.89	0.90	55.01							
S-28	302.00	0.24	42.14	51.00	17.83	0.42	21.58							
S-30	302.00	0.21	43.14	54.40	15.95	0.37	20.11							
S-32	302.00	0.63	42.14	58.40	47.85	1.14	66.32							
S-34	300.80	0.25	43.00	53.10	18.69	0.43	23.08							
S-36	300.80	0.21	43.77	42.10	15.89	0.36	15.28							
S-38	300.80	0.20	42.10	60.70	14.95	0.36	21.56							
S-40	300.80	0.34	43.77	44.40	25.23	0.58	25.59							
S-42	300.80	0.26	20.58	43.90	19.63	0.95	41.87							
S-44	301.00	0.26	42.70	58.60	19.64	0.46	26.95							
S-46	301.00	0.19	21.60	50.50	14.03	0.65	32.80							
S-48	301.00	0.25	43.00	56.10	18.70	0.43	24.40							
S-50	301.00	0.32	43.70	49.40	24.31	0.56	27.49							
S-52	298.00	0.29	20.80	51.90	21.29	1.02	53.13							
S-54	298.00	0.36	42.30	54.30	26.85	0.63	34.47							
S-56	298.00	0.30	41.70	61.00	22.22	0.53	32.50							
S-58	298.00	0.22	21.30	42.00	16.67	0.78	32.86							
S-60	298.00	0.14	43.00	49.60	10.18	0.24	11.75							
S-62	298.00	0.22	20.00	53.50	16.67	0.83	44.58							
S-64	298.00	0.27	41.70	61.00	20.37	0.49	29.80							
S-66	298.00	0.47	42.30	54.30	35.18	0.83	45.16							

Fuente: Propia



5. CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1. Interpretación de los resultados

- En la *Tabla 13 y 14*. se puede observar un resumen de los niveles de servicio hallados para cada segmento, desde el Segmento 1 (S – 1) al Segmento 66 (S – 66).

En esta se puede observar que en la clase II sentido Arco Tica tica – Izcuchaca, el nivel de servicio hallado más elevado es “D” y el más bajo es el nivel de servicio “E”.

Para la clase II sentido Izcuchaca – Arco Tica tica, el nivel de servicio hallado más elevado es “C” y el más bajo es el nivel de servicio “D”.

Para el caso de la clase I sentido Arco Tica tica – Izcuchaca, el nivel de servicio hallado más elevado es “C” y el más bajo es el nivel de servicio “E”.

Para la clase I sentido Izcuchaca – Arco Tica tica, el nivel de servicio hallado más elevado es “D” y el más bajo es el nivel de servicio “E”.

- En la *Tabla 15 Y 16* se puede observar un resumen de los niveles de servicio hallados para los segmentos agrupados donde existe la disponibilidad de utilizar un Carril Adicional (CA), a lo que el HCM 2010 lo interpreta como infraestructura. Obteniendo un nivel de servicio para cada infraestructura.

Se observa que la infraestructura correspondiente a la Clase II sentido Arco Tica tica – Izcuchaca que agrupa los segmentos S-5 al S-13, a lo que llamaremos **infraestructura 01**, se obtiene un nivel de servicio “E”, lo cual significa que la demanda se acerca a la capacidad de la vía y además la velocidad está seriamente reducida para esta infraestructura, por lo que este nivel es considerado un nivel de servicio bajo, entonces es necesario el uso de un carril adicional que mejore el nivel de servicio de la infraestructura.

para el caso de la infraestructura correspondiente a la clase II sentido Izcuchaca – Arco Tica tica que agrupa los segmentos S-6 al S-14, a lo que llamaremos **infraestructura 04**, se obtiene un nivel de servicio “C”, lo cual significa que la velocidad se reduce notablemente en la



carretera, por lo que se consideró el uso de un carril adicional para mejorar el nivel de servicio de la infraestructura.

Para la infraestructura correspondiente a la Clase I sentido Arco Tica tica – Izcuchaca que agrupa los segmentos S-21 al S-49, a lo que llamaremos **infraestructura 02**, se obtiene un nivel de servicio “E”, por lo cual, por lo expuesto anteriormente es necesario utilizar un carril adicional para dicha infraestructura.

En el caso de la infraestructura correspondiente a la Clase I sentido Izcuchaca – Arco Tica tica que agrupa los segmentos S-34 al S-50, a lo que llamaremos **infraestructura 03**, se obtiene un nivel de servicio “E”, lo cual significa que también es necesario el uso de un carril adicional.

- En la **Tabla 17 Y 18** se puede observar un resumen de los niveles de servicio hallados por cada clase de carretera, obteniendo lo siguiente:

Para el caso de la clase II sentido Arco Tica tica – Izcuchaca, el nivel de servicio hallado para toda la clase es “D”, lo cual significa que la demanda de adelantamiento es alta pero la capacidad de adelantamiento para esta clase se aproxima a cero.

Para la clase II sentido Izcuchaca –Arco Tica tica, el nivel de servicio hallado es “C”, lo cual nos indica que la velocidad de los vehículos que circulan por esta clase se reduce notablemente.

Para el caso de la clase I sentido Arco Tica tica – Izcuchaca, el nivel de servicio hallado es “E”, la demanda se acerca a la capacidad de la vía.

Para la clase I sentido Izcuchaca –Arco Tica tica, el nivel de servicio hallado es “E”.

5.2. Contraste de resultados referente a un antecedente

De acuerdo a nuestro segundo antecedente a nivel internacional

Título: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA LOJA - VILCABAMBA (TRAMO DE ESTUDIO LOJA - LANDANGUI) APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2000.

Autor: Martínez Aldeán, Diego Fernando.

Como se puede observar en la **Figura N° 57** para identificar el tipo de terreno de la vía Loja Vilcabamba, en el tramo Loja – Landanguí, se midieron las pendientes más representativas en ciertos tramos de la vía, obteniendo en total 16 pendientes longitudinales para un tramo que mide 23.1 km. Trabajando con una pendiente promedio de 7.4 %, llegando a la conclusión que el tipo de terreno presente en la vía Loja Vilcabamba, en el tramo Loja – Landanguí, según el HCM 2000 corresponde a un **terreno montañoso (rampa específica)**.

El autor no especifica cuál es el criterio para considerar la ubicación de las “pendientes más representativas”.

Figura 57: Valores de las pendientes representativas del tramo de estudio

Punto	Abscisa	Unidad	Pendiente	Unidad
Pend 16	0+260	m	6.8	%
Pend 15	1+700	m	7.0	%
Pend 14	2+650	m	7.2	%
Pend 13	3+300	m	8.5	%
Pend 12	5+500	m	10.0	% tangular
Pend 11	7+700	m	8.8	%
Pend 9	9+600	m	7.3	%
Pend 7	11+500	m	6.5	%
Pend 6	13+600	m	10.0	%
Pend 5	15+600	m	8.3	%
Pend 4	19+700	m	4.9	%
Pend 3	22+300	m	6.4	%
Pend 2	23+100	m	7.0	%
Pend 1	23+100	m	5.0	%
		Promedio	7.4	%

Fuente: Propia

En el caso de la presente investigación, con el fin de identificar pendientes longitudinales más exactas o cercanas a la realidad del terreno, se hallaron dichas pendientes cada 20 m. a lo largo de la carretera, como se muestra en los perfiles longitudinales en el **ANEXO VI**. Luego de identificar cada pendiente se procedió a determinar y uniformizar los tipos de terreno correspondientes agrupándolos por segmentos como ya se ha visto anteriormente desde el Segmento 1 hasta el Segmento 66, cada segmento representa un conjunto de pendientes que al

cumplir con los rangos considerados en el HCM 2010 forman un tipo de terreno. Obteniendo un total de 833 datos de pendientes longitudinales para un tramo que mide 16.66 km. (Arco Tica Tica - Izcuchaca).

5.3. Aporte de la investigación

El aporte a la sociedad de la presente investigación se muestra en las hojas de cálculo dónde se indican las dimensiones de los carriles de adelantamiento (PROPUESTA).

Dichos carriles de adelantamiento beneficiarán tanto a los conductores y usuarios que utilizan diariamente la vía. La propuesta se muestra a continuación:

- **Propuesta**

Como ya se ha mencionado anteriormente, tenemos 4 infraestructuras que necesitan un carril adicional con el fin de mejorar su nivel de servicio.

Propuesta 01: En este caso para la infraestructura 01 (S-5 al S-13) se calculó un carril adicional de acuerdo a las siguientes figuras:

Tabla 19: Resumen de PTS-VMR – propuesta 01

RESUMEN					
Segmentos	lvph	PTS inf	Ls(mi)	L(efec.) (mi)	Lt(mi)
S5	778.00	85.08	0.66	1.7	4.17
S7	778.00		0.12		
S9	778.00		0.39		
S11	778.00		0.10		
S13	788.00		1.07		
PROMEDIO	780.00				

Fuente: Propia

Figura 58: Hoja de Cálculo-Propuesta 01

SENTIDO ARCO TICA TICA-SENTIDO IZCUCHACA																							
DATOS																							
DEMANDA EN EL SENTIDO ANALIZADO (Ici,d) =	780.00	veh lig/h																					
PTS (INFRAESTRUCTURA)	85.08	%																					
LT (LONGITUD DE SEGMENTO A ANALIZAR)	4.17	mi																					
L efectiva (LONGITUD EFECTIVA)	1.70	mi																					
PASO 1: REALIZAR EL ANALISIS OBTIENDO LA EXISTENCIA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA																							
PASO 2: DIVISION DEL TRAMO EN REGIONES																							
1. REGION CORRIENTE ARRIBA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA (Lu) 2. REGION CORRESPONDIENE AL PROPIO CARRIL ADICIONAL (Lca) 3. REGION DE INFLUENCIA SITUADA CORRIENTE ABAJO, CONTIGUA A DICHO CARRIL ADICIONAL DENTRO DE "DISTANCIA EFECTIVA" (Lde) 4. REGION CORRIENTE ABAJO AL CARRIL ADICIONAL Y SITUADA FUERA DE SU INFLUENCIA (Ld)																							
1. REGION CORRIENTE ARRIBA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA (Lu)																							
Lu =	0.68	mi	CORRECTO																				
2. REGION CORRESPONDIENE AL PROPIO CARRIL ADICIONAL (Lca)																							
VER FIGURA 15																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Demanda en el sentido considerado I_{ci,d} (veh lig/h)</th> <th style="text-align: center;">Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">≤100</td> <td style="text-align: center;">≤0,50 mi // ≤ 0,80 km</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>100 ≤400</td> <td style="text-align: center;">>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>400 ≤700</td> <td style="text-align: center;">>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥700</td> <td style="text-align: center;">>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km</td> </tr> </tbody> </table>				Demanda en el sentido considerado I _{ci,d} (veh lig/h)	Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)	≤100	≤0,50 mi // ≤ 0,80 km	>100 ≤400	>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km	>400 ≤700	>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km	≥700	>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km										
Demanda en el sentido considerado I _{ci,d} (veh lig/h)	Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)																						
≤100	≤0,50 mi // ≤ 0,80 km																						
>100 ≤400	>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km																						
>400 ≤700	>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km																						
≥700	>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km																						
Ici,d =	780	veh lig/h																					
Lca =	1.5	mi	CORRECTO NO SOBREPASA LA LONGITUD EFECTIVA																				
3. REGION DE INFLUENCIA SITUADA CORRIENTE ABAJO, CONTIGUA A DICHO CARRIL ADICIONAL DENTRO DE DISTANCIA EFECTIVA (Lde)																							
VER FIGURA 14																							
LONGITUD DE CALZADA CORRIENTE-ABAJO L _{de} (mi)																							
Ici,d		PTS																					
700		5.7																					
780		X																					
800		5																					
X = ft,PTS =		5.1																					
Lde (PTS)	5.1	mi																					
SE DEBE REAJUSTAR CON Lde'																							
4. REGION CORRIENTE ABAJO AL CARRIL ADICIONAL Y SITUADA FUERA DE SU INFLUENCIA (Ld)																							
Lu	0.68	mi																					
Lca	1.5	mi																					
Lde (PTS)	5.1	mi																					
Lt	4.17	mi																					
ECUACION 13																							
$L_d = L_t - (L_u + L_{ca} + L_{de})$																							
Ld	-3.11	mi																					
Ld	0	mi																					
REGIONES																							
Lu	0.68	mi																					
Lca	1.5	mi																					
Lde (PTS)	5.1	mi																					
Ld	0	mi																					
Lt	4.17	mi																					
PASO 3: DETERMINACION DE PTS																							
PTSd	85.08	%																					
Lu	0.68	mi																					
Lca	1.5	mi																					
Lde (PTS)	5.1	mi																					
Ld	0	mi																					
Ici,d	780	veh lig./h																					
Lt	4.17	mi																					
VER FIGURA 17																							
FACTOR DE AJUSTE POR CARRIL ADICIONAL f _{ca,PTS}																							
Ici,d		f _{ca,PTS}																					
700		0.62																					
780		X																					
800		0.62																					
X = f _{ca,PTS} =		0.62																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Demanda en el sentido analizado, en el periodo de análisis de 15 minutos bajo condiciones ideales I_{ci,d} (veh lig/h)</th> <th style="text-align: center;">f_{ca,PTS}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">≤100</td> <td style="text-align: center;">0.58</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">0.59</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">300</td> <td style="text-align: center;">0.60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">400</td> <td style="text-align: center;">0.61</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">500</td> <td style="text-align: center;">0.61</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">600</td> <td style="text-align: center;">0.61</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">700</td> <td style="text-align: center;">0.61</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">800</td> <td style="text-align: center;">0.62</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥900</td> <td style="text-align: center;">0.62</td> </tr> </tbody> </table>				Demanda en el sentido analizado, en el periodo de análisis de 15 minutos bajo condiciones ideales I _{ci,d} (veh lig/h)	f _{ca,PTS}	≤100	0.58	200	0.59	300	0.60	400	0.61	500	0.61	600	0.61	700	0.61	800	0.62	≥900	0.62
Demanda en el sentido analizado, en el periodo de análisis de 15 minutos bajo condiciones ideales I _{ci,d} (veh lig/h)	f _{ca,PTS}																						
≤100	0.58																						
200	0.59																						
300	0.60																						
400	0.61																						
500	0.61																						
600	0.61																						
700	0.61																						
800	0.62																						
≥900	0.62																						

Fuente: Propia

ECUACION 14		
PTSd	85.08	%
Lu	0.68	mi
Lca	1.5	mi
Lde	5.1	mi
Ld	0	mi
fcaPTS	0.62	
Lt	4.17	mi

$$PTS_{ca} = \frac{PTS_d \left[L_u + L_d + f_{ca,PTS} * L_{ca} + \left(\frac{1 + f_{ca,PTS}}{2} \right) * L_{de} \right]}{L_t}$$

PTSca = 117.133 % **NO SE UTILIZA ESTA RESPUESTA, USAR LA SGTE ECUACION SI EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde (NUCLEO DE POBLACION-INTERSECCIONES)**

ECUACION 15		
PTSd	85.08	%
Lu	0.68	mi
Lca	1.5	mi
Lde	5.1	mi
Ld	0	mi
fcaPTS	0.62	
Lde'	0.20	mi
Lt	4.17	mi

$$PTS_{ca} = \frac{PTS_d \left[L_u + f_{ca,PTS} * L_{ca} + f_{ca,PTS} * L'_{de} + \left(\frac{1 - f_{ca,PTS}}{2} \right) * \left(\frac{L'_{de}{}^2}{L_{de}} \right) \right]}{L_t}$$

PTSca = 35.409 % **SI SE UTILIZA ESTA RESPUESTA**

PASO 5: DETERMINAR NS

EL TRAMO A ANALIZAR ABARCA LA TOTALIDAD Lde		EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde	
PTS ca	117.133 %	PTS ca	35.409 %

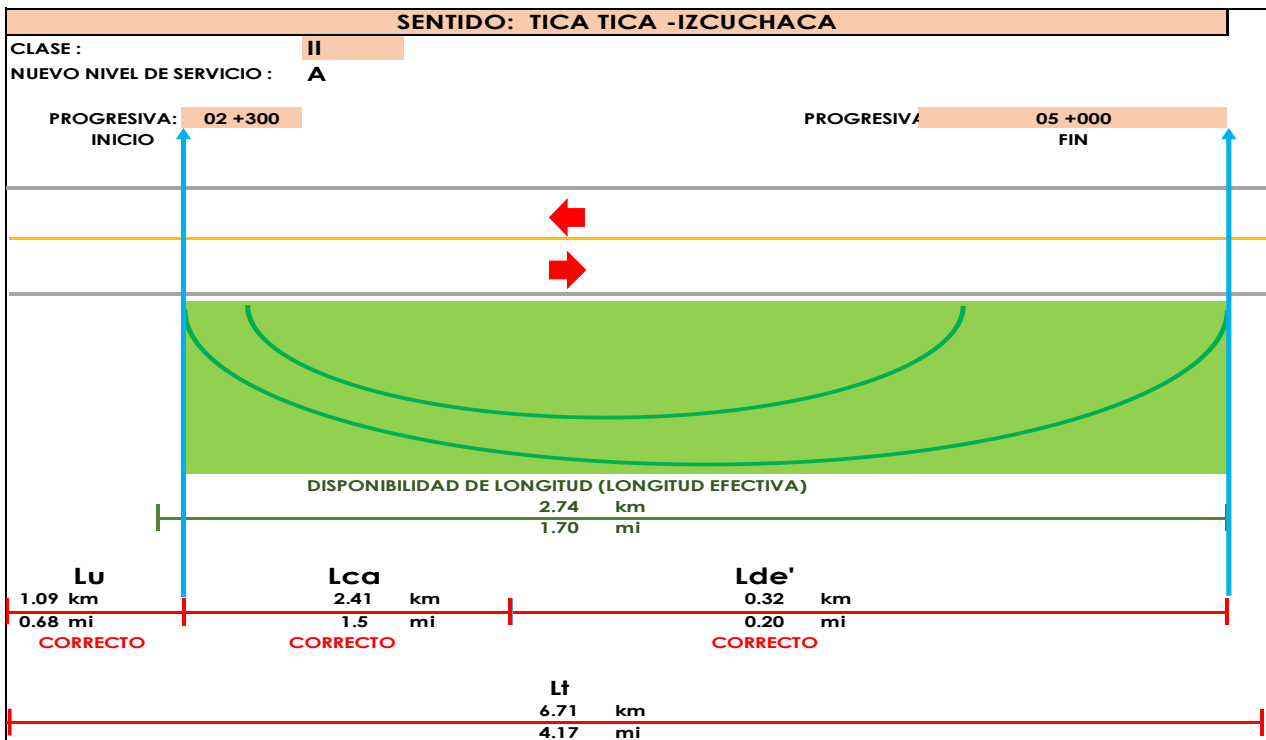
PTS FINAL = 35.409 %

VER TABLA 01

NS	Carreteras dos carriles clase I		Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)
	VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)		
NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91,7
NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55	>83,3-91,7
NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70	>75,0-83,3
NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85	>66,7-75,0
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66,7

NIVEL DE SERVICIO PTS = A

NIVEL DE SERVICIO A



Fuente: Propia

De acuerdo a la figura anterior observamos que el carril adicional para la infraestructura 01 tendrá las siguientes medidas:

- Longitud total del carril adicional = 2.74 km
- Inicio en la progresiva 02 + 300 km
- Fin en la progresiva 05 + 000 km

El nivel de servicio actual para la infraestructura 01 es “E”, debido a la influencia del carril adicional se mejorará este nivel de servicio hasta un nivel “A”, lo que significa que de acuerdo a esta mejora los usuarios podrán circular a una velocidad elevada experimentando pequeñas dificultades a la hora de adelantar.

Propuesta 02: Para el caso de la infraestructura 02 (S-21 al S-49) se calculó un carril adicional de acuerdo a las siguientes figuras:

Tabla 20: Resumen de VMR-PTS - Propuesta 02

RESUMEN							
Segmentos	lvph	PTS(inf)	VMR(inf)	Ls(mi)	Σ Ls(mi)	L(efec.) mi	Lt mi
S21	302.00	61.53	36.18	0.09	3.91	3.67	6.18
S23	302.00						
S25	302.00						
S27	302.00						
S29	302.00						
S31	302.00						
S33	451.00						
S35	451.00						
S37	451.00						
S39	451.00						
S41	451.00						
S-43	451.00						
S-45	451.00						
S-47	451.00						
S-49	451.00						
PROMEDIO	391.40						

Fuente: Propia

Figura 59: Hoja de Cálculo-Propuesta 02

SENTIDO ARCO TICA TICA-SENTIDO IZCUCHACA																																
DATOS																																
DEMANDA EN EL SENTIDO ANALIZADO (Ici,d) =	391.40	veh lig/h																														
PTS (POR EL PROCEDIMIENTO NORMAL)	61.53	%																														
VMR (POR EL PROCEDIMIENTO NORMAL)	36.18	mi/h																														
LT (LONGITUD DE SEGMENTO A ANALIZAR)	6.18	mi																														
L efec. (LONGITUD EFECTIVA)	2.45	mi																														
PASO 1: REALIZAR EL ANALISIS OBLVIANDO LA EXISTENCIA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA																																
PASO 2: DIVISION DEL TRAMO EN REGIONES																																
1. REGION CORRIENTE ARRIBA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA (Lu) 2. REGION CORRESPONDIENE AL PROPIO CARRIL ADICIONAL (Lca) 3. REGION DE INFLUENCIA SITUADA CORRIENTE ABAJO, CONTIGUA A DICHO CARRIL ADICIONAL DENTRO DE "DISTANCIA EFECTIVA" (Lde) 4. REGION CORRIENTE ABAJO AL CARRIL ADICIONAL Y SITUADA FUERA DE SU INFLUENCIA (Ld)																																
1. REGION CORRIENTE ARRIBA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA (Lu)																																
Lu =	0.85	mi CORRECTO																														
2. REGION CORRESPONDIENE AL PROPIO CARRIL ADICIONAL (Lca)																																
VER FIGURA 15																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Demanda en el sentido considerado Ici,d (veh lig/h)</th> <th style="text-align: center;">Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">≤100</td> <td style="text-align: center;">≤0,50 mi // ≤ 0,80 km</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>100 ≤400</td> <td style="text-align: center;">>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>400 ≤700</td> <td style="text-align: center;">>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤700</td> <td style="text-align: center;">>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km</td> </tr> </tbody> </table>			Demanda en el sentido considerado Ici,d (veh lig/h)	Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)	≤100	≤0,50 mi // ≤ 0,80 km	>100 ≤400	>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km	>400 ≤700	>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km	≤700	>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km																				
Demanda en el sentido considerado Ici,d (veh lig/h)	Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)																															
≤100	≤0,50 mi // ≤ 0,80 km																															
>100 ≤400	>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km																															
>400 ≤700	>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km																															
≤700	>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km																															
Ici,d =	391.4	veh lig/h																														
Lca =	0.75	mi CORRECTO NO SOBREPASA LA LONGITUD EFECTIVA																														
3. REGION DE INFLUENCIA SITUADA CORRIENTE ABAJO, CONTIGUA A DICHO CARRIL ADICIONAL DENTRO DE DISTANCIA EFECTIVA (Lde)																																
VER FIGURA 14																																
LONGITUD DE CALZADA CORRIENTE-ABAJO Lde(mi)																																
Ici,d	PTS																															
300	11.6																															
391.4	X																															
400	8.1																															
X = ft,PTS =		8.4																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Demanda en el sentido considerados Ici,d (veh lig/h)</th> <th style="text-align: center;">Longitud de calzada afectada corriente-abajo Lde (mi)</th> <th style="text-align: center;">VMR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">≤200</td><td style="text-align: center;">13,0</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">300</td><td style="text-align: center;">11,6</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">400</td><td style="text-align: center;">8,1</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">500</td><td style="text-align: center;">7,3</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">600</td><td style="text-align: center;">6,5</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">700</td><td style="text-align: center;">5,7</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">800</td><td style="text-align: center;">5,0</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">900</td><td style="text-align: center;">4,3</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">≥1.000</td><td style="text-align: center;">3,6</td><td style="text-align: center;">1,7</td></tr> </tbody> </table>			Demanda en el sentido considerados Ici,d (veh lig/h)	Longitud de calzada afectada corriente-abajo Lde (mi)	VMR	≤200	13,0	1,7	300	11,6	1,7	400	8,1	1,7	500	7,3	1,7	600	6,5	1,7	700	5,7	1,7	800	5,0	1,7	900	4,3	1,7	≥1.000	3,6	1,7
Demanda en el sentido considerados Ici,d (veh lig/h)	Longitud de calzada afectada corriente-abajo Lde (mi)	VMR																														
≤200	13,0	1,7																														
300	11,6	1,7																														
400	8,1	1,7																														
500	7,3	1,7																														
600	6,5	1,7																														
700	5,7	1,7																														
800	5,0	1,7																														
900	4,3	1,7																														
≥1.000	3,6	1,7																														
Lde (PTS)	8.4	mi																														
SE DEBE REAJUSTAR CON Lde'																																
4. REGION CORRIENTE ABAJO AL CARRIL ADICIONAL Y SITUADA FUERA DE SU INFLUENCIA (Ld)																																
Lu	0.85	mi																														
Lca	0.75	mi																														
Lde (PTS)	8.4	mi																														
Lt	6.18	mi																														
ECUACION 13																																
$L_d = L_t - (L_u + L_{ca} + L_{de})$																																
Ld	-3.82	mi																														
Ld	0	mi																														
REGIONES																																
Lu	0.85	mi																														
Lca	0.75	mi																														
Lde (PTS)	8.4	mi																														
Ld	0	mi																														
Lt	6.18	mi																														
PASO 3: DETERMINACION DE PTS																																
PTSd	61.53	%																														
Lu	0.85	mi																														
Lca	0.75	mi																														
Lde (PTS)	8.4	mi																														
Ld	0	mi																														
Ici,d	391.4	veh lig./h																														
Lt	6.18	mi																														

Fuente: Propia

VER FIGURA 17

FACTOR DE AJUSTE POR CARRIL ADICIONAL fcaPTS

Ici,d	fcaPTS
300	0.6
391.4	X
400	0.61

X = fcaPTS = **0.61**

Demanda en el sentido analizado, en el periodo de análisis de 15 minutos bajo condiciones ideales I_{el,d} (veh lig/h)

I _{el,d}	fca,PTS
≤100	0.58
200	0.59
300	0.60
400	0.61
500	0.61
600	0.61
700	0.61
800	0.62
≥900	0.62

ECUACION 14

PTSd	61.53	%
Lu	0.85	mi
Lca	0.75	mi
Lde	8.4	mi
Ld	0	mi
fcaPTS	0.61	
Lt	6.18	mi

$$PTS_{ca} = \frac{PTS_d \left[L_u + L_d + f_{ca,PTS} * L_{ca} + \left(\frac{1 + f_{ca,PTS}}{2} \right) * L_{de} \right]}{L_t}$$

PTSca = **80.342 %** NO SE UTILIZA ESTA RESPUESTA, USAR LA SGTE ECUACION

SI EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde (NUCLEO DE POBLACION-INTERSECCIONES)

ECUACION 15

PTSd	61.53	%
Lu	0.85	mi
Lca	0.75	mi
Lde	8.4	mi
Ld	0	mi
fcaPTS	0.61	
Lde'	1.70	mi
Lt	6.18	mi

$$PTS_{ca} = \frac{PTS_d \left[L_u + f_{ca,PTS} * L_{ca} + f_{ca,PTS} * L'_{de} + \left(\frac{1 - f_{ca,PTS}}{2} \right) * \left(\frac{L'_{de}}{L_{de}} \right)^2 \right]}{L_t}$$

PTSca = **24.011 %** SI SE UTILIZA ESTA RESPUESTA

PASO 4: DETERMINACION DE VMR

VER FIGURA 14

LONGITUD DE CALZADA CORRIENTE-ABAJO Lde(mi)

Ici,d	VMR
300	1.7
391.4	X
400	1.7

X = ft,VMR : **1.7**

Demanda en el sentido considerados I _{el,d} (veh lig/h)	Longitud de calzada afectada corriente-abajo L _{de} (mi)
≤200	13.0
300	11.6
400	8.1
500	7.3
600	6.5
700	5.7
800	5.0
900	4.3
≥1.000	3.6

Lde (VMR)	1.7	mi
Lu	0.85	mi
Lca	0.75	mi
Lde (VMR)	1.7	mi
Lt	6.18	mi

SE DEBE REAJUSTAR CON Lde'

ECUACION 13

$$L_d = L_t - (L_u + L_{ca} + L_{de})$$

Ld	2.88	mi
Ld	0	mi

VMRd	36.18	mi/h
Lu	0.85	mi
Lca	0.75	mi
Lde	1.7	mi
Ld	0	mi
Ici,d	391.4	veh lig/h
Lt	6.18	mi

VER FIGURA 19

FACTOR DE AJUSTE POR CARRIL ADICIONAL fcaVMR

Ici,d (veh lig/h)	VMR
300	1.1
391.4	X
400	1.1

X = fca,VMR = **1.1**

fca,VMR	1.1
---------	-----

ECUACION 16

VMRd	36.18	mi/h
Lu	0.85	mi
Lca	0.75	mi
Lde	1.7	mi
Ld	0	mi
fcaVMR	1.1	
Lt	6.18	mi

$$VMR_{ca} = \frac{VMR_d * L_t}{L_u + L_d + \left(\frac{L_{ca}}{f_{ca,VMR}} \right) + \left(\frac{2 * L_{de}}{1 + f_{ca,VMR}} \right)}$$

VMR ca = **70.962 mi/h** NO SE UTILIZA ESTA RESPUESTA, USAR LA SGTE ECUACION

Fuente: Propia

SI EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde (NUCLEO DE POBLACION-INTERSECCIONES)

ECUACION 17		
VMRd	36.18	mi/h
Lu	0.85	mi
Lca	0.75	mi
Lde	1.7	mi
Ld	0	mi
fcaVMR	1.1	
Lde'	1.70	mi
Lt	6.18	mi

$$VMR_{ca} = \frac{VMR_d * L_t}{L_u + \frac{L_{ca}}{f_{ca,VMR}} + \left[1 + f_{ca,VMR} + (f_{ca,VMR} - 1) \left(\frac{L_{de} - L'_{de}}{L_{de}} \right) \right] * \frac{L_{ca}}{2 * L'_{de}}}$$

VMR ca	70.962	mi/h	SI SE UTILIZA ESTA RESPUESTA
--------	--------	------	-------------------------------------

PASO 5: DETERMINAR NS

EL TRAMO A ANALIZAR ABARCA LA TOTALIDAD Lde		EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde			
PTS ca	80.342	%	PTS ca	24.011	%
VMR ca	70.962	mi/h	VMR ca	70.9622	mi/h

PTS FINAL	24.011	%
VMR FINAL	70.962	mi/h

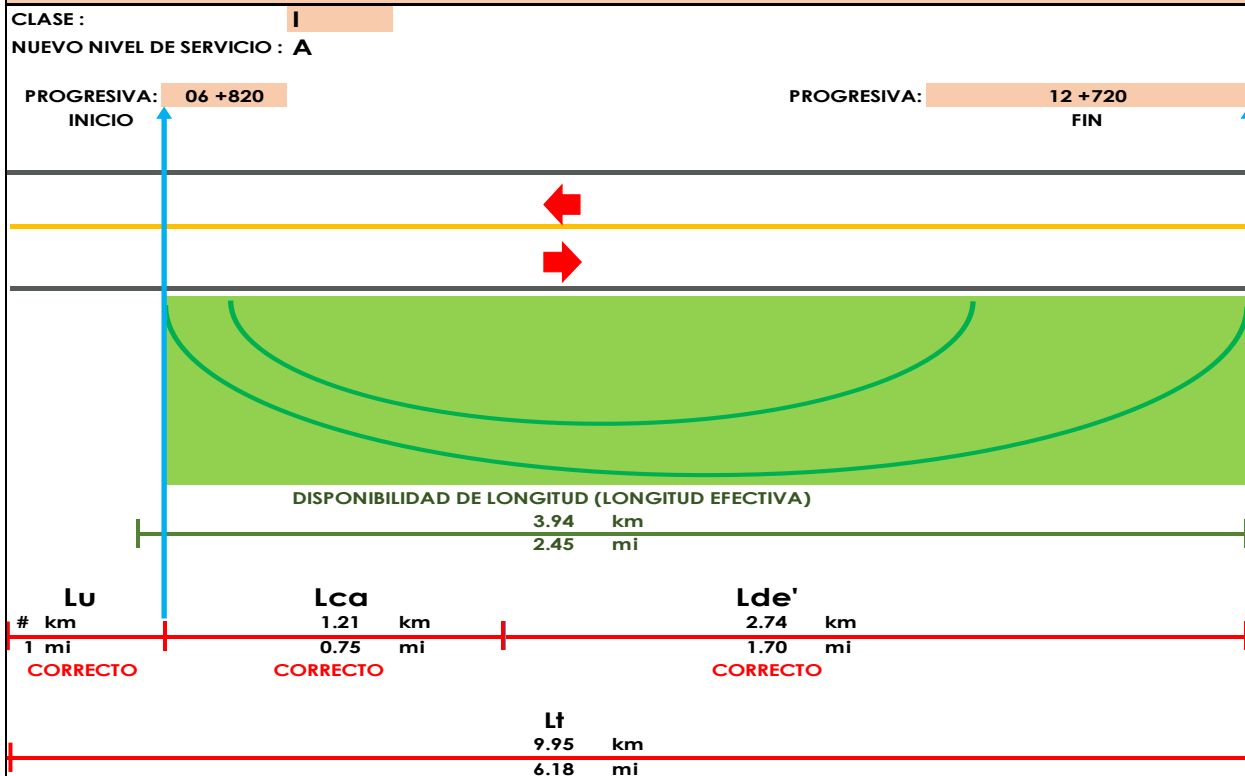
VER TABLA 01

NS	Carreteras dos carriles clase I VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)	Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)
NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91,7
NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55	>83,3-91,7
NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70	>75,0-83,3
NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85	>66,7-75,0
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66,7

NIVEL DE SERVICIO	PTS =	A
NIVEL DE SERVICIO	VMR =	A

NIVEL DE SERVICIO	A
--------------------------	----------

SENTIDO: TICA TICA -IZCUCHACA



Fuente: Propia

De acuerdo a la figura anterior observamos que el carril adicional para la infraestructura 02 tendrá las siguientes medidas:

- Longitud total del carril adicional = 3.94 km
- Inicio en la progresiva 06 + 820 km
- Fin en la progresiva 12 + 720 km

El nivel de servicio actual para la infraestructura 02 es “E”, debido a la influencia del carril adicional se mejorará este nivel de servicio hasta un nivel “A”, en donde los usuarios podrán circular a una velocidad elevada.

Propuesta 03: Para el caso de la infraestructura 03 (S-34 al S-50) se calculó un carril adicional de acuerdo a las siguientes figuras:

Tabla 21: Resumen PTS-VMR- Propuesta 03

RESUMEN							
Segmentos	lvph	PTS INF	VMR INF	Long. Segmentos (mi)	Σ Long segmentos (mi)	Long efectiva (mi)	LT (mi)
S34	301.00	49.97	35.76	0.25	2.27	1.91	6.18
S36	301.00			0.21			
S38	301.00			0.20			
S40	301.00			0.34			
S42	301.00			0.26			
S44	301.00			0.26			
S46	301.00			0.19			
S48	301.00			0.25			
S50	301.00			0.32			
PROMEDIO	301.00						

Fuente: Propia

Figura 60: Hoja de Cálculo-Propuesta 03

SENTIDO IZCUCHACA - ARCO TICA TICA																																															
DATOS																																															
DEMANDA EN EL SENTIDO ANALIZADO (Ici,d) =	301.00	veh lig/h																																													
PTS DE LA INFRAESTRUCTURA	49.97	%																																													
VMR DE LA INFRAESTRUCTURA	35.76	mi/h																																													
LT (LONGITUD DE SEGMENTO A ANALIZAR)	6.18	mi																																													
L efectiva (LONGITUD EFECTIVA)	1.91	mi																																													
PASO 1: REALIZAR EL ANALISIS OBTIENDO LA EXISTENCIA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA																																															
PASO 2: DIVISION DEL TRAMO EN REGIONES																																															
1. REGION CORRIENTE ARRIBA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA (Lu)																																															
2. REGION CORRESPONDIENTE AL PROPIO CARRIL ADICIONAL (Lca)																																															
3. REGION DE INFLUENCIA SITUADA CORRIENTE ABAJO, CONTIGUA A DICHO CARRIL ADICIONAL DENTRO DE "DISTANCIA EFECTIVA" (Lde)																																															
4. REGION CORRIENTE ABAJO AL CARRIL ADICIONAL Y SITUADA FUERA DE SU INFLUENCIA (Ld)																																															
1. REGION CORRIENTE ARRIBA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA (Lu)																																															
Lu =	1.53	mi	CORRECTO																																												
2. REGION CORRESPONDIENTE AL PROPIO CARRIL ADICIONAL (Lca)																																															
Demanda en el sentido considerado I _{ci,d} (veh lig/h)		Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)																																													
≤100		≤0,50 mi // ≤ 0,80 km																																													
>100 ≤400		>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km																																													
>400 ≤700		>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km																																													
≤700		>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km																																													
Figura 15																																															
Ici,d =	301	veh lig/h																																													
Lca =	0.75	mi	CORRECTO NO SOBREPASA LA LONGITUD EFECTIVA																																												
3. REGION DE INFLUENCIA SITUADA CORRIENTE ABAJO, CONTIGUA A DICHO CARRIL ADICIONAL DENTRO DE DISTANCIA EFECTIVA (Lde)																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FIGURA 14</th> </tr> <tr> <th colspan="2">LONGITUD DE CALZADA CORRIENTE-ABAJO L_{de}(mi)</th> </tr> <tr> <th>Ici,d</th> <th>PTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>11.6</td> </tr> <tr> <td>301</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>8.1</td> </tr> </tbody> </table>		FIGURA 14		LONGITUD DE CALZADA CORRIENTE-ABAJO L _{de} (mi)		Ici,d	PTS	300	11.6	301	X	400	8.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Demanda en el sentido considerados I_{ci,d} (veh lig/h)</th> <th colspan="2">Longitud de calzada afectada corriente-abajo L_{de} (mi)</th> </tr> <tr> <th>PTS</th> <th>VMR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>≤200</td><td>13,0</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>300</td><td>11,6</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>400</td><td>8,1</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>500</td><td>7,3</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>600</td><td>6,5</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>700</td><td>5,7</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>800</td><td>5,0</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>900</td><td>4,3</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>≥1.000</td><td>3,6</td><td>1,7</td></tr> </tbody> </table>		Demanda en el sentido considerados I _{ci,d} (veh lig/h)	Longitud de calzada afectada corriente-abajo L _{de} (mi)		PTS	VMR	≤200	13,0	1,7	300	11,6	1,7	400	8,1	1,7	500	7,3	1,7	600	6,5	1,7	700	5,7	1,7	800	5,0	1,7	900	4,3	1,7	≥1.000	3,6	1,7
FIGURA 14																																															
LONGITUD DE CALZADA CORRIENTE-ABAJO L _{de} (mi)																																															
Ici,d	PTS																																														
300	11.6																																														
301	X																																														
400	8.1																																														
Demanda en el sentido considerados I _{ci,d} (veh lig/h)	Longitud de calzada afectada corriente-abajo L _{de} (mi)																																														
	PTS	VMR																																													
≤200	13,0	1,7																																													
300	11,6	1,7																																													
400	8,1	1,7																																													
500	7,3	1,7																																													
600	6,5	1,7																																													
700	5,7	1,7																																													
800	5,0	1,7																																													
900	4,3	1,7																																													
≥1.000	3,6	1,7																																													
X = ft,PTS = 11.6		Figura 14																																													
Lde (PTS)	11.6	mi	SE DEBE REAJUSTAR CON Lde'																																												
4. REGION CORRIENTE ABAJO AL CARRIL ADICIONAL Y SITUADA FUERA DE SU INFLUENCIA (Ld)																																															
Lu	1.53	mi																																													
Lca	0.75	mi																																													
Lde (PTS)	11.6	mi																																													
Lt	6.18	mi																																													
ECUACION 13																																															
$L_d = L_t - (L_u + L_{ca} + L_{de})$																																															
ECUACION 13																																															
Ld	-7.7	mi																																													
Ld	0	mi																																													
REGIONES																																															
Lu	1.53	mi																																													
Lca	0.75	mi																																													
Lde (PTS)	11.6	mi																																													
Ld	0	mi																																													
Lt	6.18	mi																																													
PASO 3: DETERMINACION DE PTS																																															
PTSd	49.97	%																																													
Lu	1.53	mi	58%																																												
Lca	0.75	mi	62% CORRIENTE ARRIBA																																												
Lde (PTS)	11.6	mi																																													
Ld	0	mi																																													
Ici,d	301	veh lig./h																																													
Lt	6.18	mi																																													

Fuente: Propia

FIGURA 17

FACTOR DE AJUSTE POR CARRIL ADICIONAL fcaPTS

Ici,d	fcaPTS
300	0.6
301	X
400	0.61

X = fcaPTS = 0.6

Demanda en el sentido analizado, en el periodo de análisis de 15 minutos bajo condiciones ideales I_{el,d} (veh lig/h)

I _{el,d}	f _{ca,PTS}
≤100	
200	0.58
300	0.59
400	0.60
500	0.61
600	0.61
700	0.61
800	0.62
≥900	0.62

FIGURA 17

ECUACION 14

PTSd	49.97	%
Lu	1.53	mi
Lca	0.75	mi
Lde	11.6	mi
Ld	0	mi
fcaPTS	0.6	
Lt	6.18	mi

ECUACION 14

$$PTS_{ca} = \frac{PTS_d \left[L_u + L_d + f_{ca,PTS} * L_{ca} + \left(\frac{1 + f_{ca,PTS}}{2} \right) * L_{de} \right]}{L_t}$$

PTSca = 91.046 %

NO SE UTILIZA ESTA RESPUESTA, USAR LA SGTE ECUACION

SI EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde (NUCLEO DE POBLACION-INTERSECCIONES)

ECUACION 15

PTSd	49.97	%
Lu	1.53	mi
Lca	0.75	mi
Lde	11.6	mi
Ld	0	mi
fcaPTS	0.6	
Lde'	1.16	mi
Lt	6.18	mi

ECUACION 15

$$PTS_{ca} = \frac{PTS_d \left[L_u + f_{ca,PTS} * L_{ca} + f_{ca,PTS} * L'_{de} + \left(\frac{1 - f_{ca,PTS}}{2} \right) * \left(\frac{L'_{de}{}^2}{L_{de}} \right) \right]}{L_t}$$

CORRECTO

PTSca 21.825 %

SI SE UTILIZA ESTA RESPUESTA

PASO 4: DETERMINACION DE VMR

FIGURA 14

LONGITUD DE CALZADA CORRIENTE-ABAJO Lde(mi)

Ici,d	VMR
300	1.7
301	X
400	1.7

X = ft,VMR = 1.7

Demanda en el sentido considerados I_{el,d} (veh lig/h)

I _{el,d}	Longitud de calzada afectada corriente-abajo L _{de} (mi)	VMR
≤200	PTS	
300	13,0	1,7
400	11,6	1,7
500	8,1	1,7
600	7,3	1,7
700	6,5	1,7
800	5,7	1,7
900	5,0	1,7
≥1.000	4,3	1,7
	3,6	1,7

FIGURA 14

Lde (VMR) 1.7 mi

SE DEBE REAJUSTAR CON Lde'

Lu	1.53	mi
Lca	0.75	mi
Lde (VMR)	1.7	mi
Lt	6.18	mi

ECUACION 13

$$L_d = L_t - (L_u + L_{ca} + L_{de})$$

ECUACION 13

Ld	2.2	mi
Ld	0	mi

VMRd	35.76	mi/h
Lu	1.53	mi
Lca	0.75	mi
Lde	1.7	mi
Ld	0	mi
Ici,d	301	veh lig/h
Lt	6.18	mi

FIGURA 19

FACTOR DE AJUSTE POR CARRIL ADICIONAL fcaVMR

Ici,d (veh lig/h)	VMR
300	1.1
301	X
400	1.1

X = fca,VMR = 1.1

Demanda en el sentido considerado I_{el,d} (veh lig/h)

I _{el,d}	f _{ca,VMR}
≤100	
200	1.08
300	1.09
400	1.10
500	1.10
600	1.10
700	1.11
800	1.11
≥900	1.11

FIGURA 19

fca,VMR 1.1

Fuente: Propia

ECUACION 16		
VMRd	35.76	mi/h
Lu	1.53	mi
Lca	0.75	mi
Lde	1.7	mi
Ld	0	mi
fcaVMR	1.1	
Lt	6.18	mi

ECUACION 16

$$VMR_{ca} = \frac{VMR_d * L_t}{L_u + L_d + \left(\frac{L_{ca}}{f_{ca,VMR}}\right) + \left(\frac{2 L_{de}}{1 + f_{ca,VMR}}\right)}$$

VMR ca	57.688	mi/h
--------	--------	------

NO SE UTILIZA ESTA RESPUESTA, USAR LA SGTE ECUACION

SI EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde (NUCLEO DE POBLACION-INTERSECCIONES)

ECUACION 17		
VMRd	35.76	mi/h
Lu	1.53	mi
Lca	0.75	mi
Lde	1.7	mi
Ld	0	mi
fcaVMR	1.1	
Lde'	1.16	mi
Lt	6.18	mi

ECUACION 17

$$VMR_{ca} = \frac{VMR_d * L_t}{L_u + \frac{L_{ca}}{f_{ca,VMR}} + \left[\frac{2 L'_{de}}{1 + f_{ca,VMR} + (f_{ca,VMR} - 1) \left(\frac{L_{de} - L'_{de}}{L_{de}}\right)} \right]}$$

VMR ca	66.966	mi/h
--------	--------	------

SI SE UTILIZA ESTA RESPUESTA

PASO 5: DETERMINAR NS

EL TRAMO A ANALIZAR ABARCA LA TOTALIDAD Lde		EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde	
PTS ca	91.046 %	PTS ca	21.825 %
VMR ca	57.688 mi/h	VMR ca	66.9663 mi/h

PTS FINAL	21.825 %
VMR FINAL	66.966 mi/h

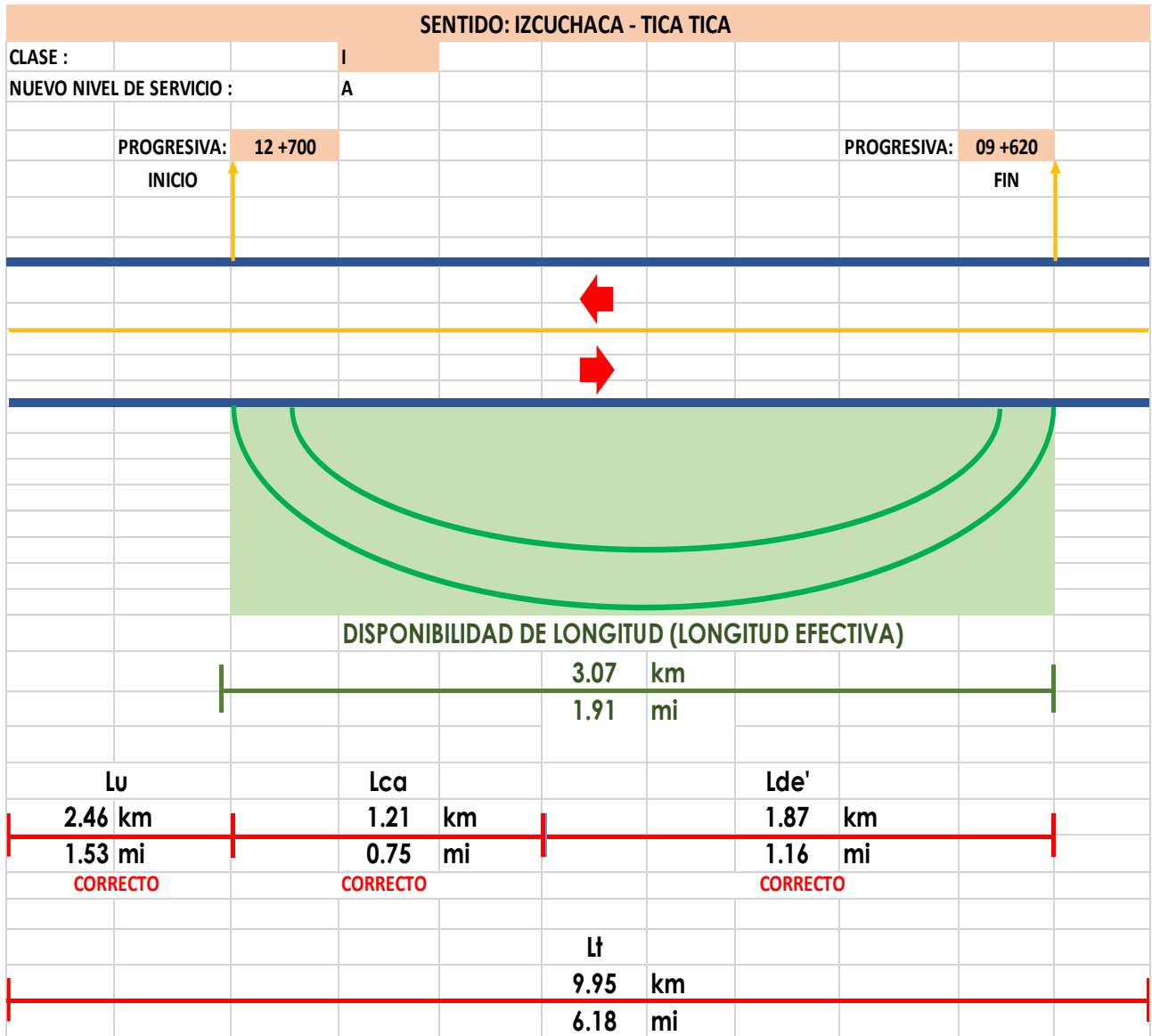
NS	Carreteras dos carriles clase I		Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)
	VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)		
NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91,7
NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55	>83,3-91,7
NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70	>75,0-83,3
NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85	>66,7-75,0
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66,7

TABLA 1

NIVEL DE SERVICIO	PTS =	A
NIVEL DE SERVICIO	VMR =	A

NIVEL DE SERVICIO	A
-------------------	---

Fuente: Propia



Fuente: Propia

De acuerdo a la figura anterior observamos que el carril adicional para la infraestructura 03 tendrá las siguientes medidas:

- Longitud total del carril adicional = 3.07 km
- Inicio en la progresiva 12 + 700 km
- Fin en la progresiva 09 + 620 km

El nivel de servicio actual para la infraestructura 03 es “E”, el cual mejorará hasta obtener un nivel de servicio “A”, donde la velocidad de circulación será elevada.



Propuesta 04: Para el caso de la infraestructura 04 (S-06 al S-14) se calculó un carril adicional de acuerdo a las siguientes figuras:

Tabla 22: Resumen propuesta VMR-PTS propuesta 04

RESUMEN						
Segmentos	lvph	PTS INF	Long. Segmentos (mi)	Σ Long segmentos (mi)	Long. efectiva (mi)	LT (mi)
S06	518	69.8	0.66	2.34	1.4	4.17
S08	518		0.12			
S10	518		0.39			
S12	518		0.10			
S14	778		1.07			
PROMEDIO	570					

Fuente: Propia

Figura 61: Hoja de Cálculo - Propuesta 04

SENTIDO IZCUCHACA - ARCO TICA TICA																																				
DATOS																																				
DEMANDA EN EL SENTIDO ANALIZADO (I _{ci,d}) =	570.00	veh lig/h																																		
PTS DE LA INFRAESTRUCTURA	69.80	%																																		
LT (LONGITUD DE SEGMENTO A ANALIZAR)	4.17	mi																																		
L efectiva (LONGITUD EFECTIVA)	1.40	mi																																		
PASO 1: REALIZAR EL ANALISIS OBTIENDO LA EXISTENCIA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA																																				
PASO 2: DIVISION DEL TRAMO EN REGIONES																																				
1. REGION CORRIENTE ARRIBA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA (Lu) 2. REGION CORRESPONDIENE AL PROPIO CARRIL ADICIONAL (Lca) 3. REGION DE INFLUENCIA SITUADA CORRIENTE ABAJO, CONTIGUA A DICHO CARRIL ADICIONAL DENTRO DE "DISTANCIA EFECTIVA" (Lde) 4. REGION CORRIENTE ABAJO AL CARRIL ADICIONAL Y SITUADA FUERA DE SU INFLUENCIA (Ld)																																				
1. REGION CORRIENTE ARRIBA DEL CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACION RAPIDA (Lu)																																				
Lu =	0.34	mi	CORRECTO																																	
2. REGION CORRESPONDIENE AL PROPIO CARRIL ADICIONAL (Lca)																																				
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Demanda en el sentido considerado I_{ci,d} (veh lig/h)</th> <th style="text-align: left;">Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤100</td> <td>≤0,50 mi // ≤ 0,80 km</td> </tr> <tr> <td>>100 ≤400</td> <td>>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km</td> </tr> <tr> <td>>400 ≤700</td> <td>>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km</td> </tr> <tr> <td>≥700</td> <td>>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km</td> </tr> </tbody> </table>				Demanda en el sentido considerado I _{ci,d} (veh lig/h)	Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)	≤100	≤0,50 mi // ≤ 0,80 km	>100 ≤400	>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km	>400 ≤700	>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km	≥700	>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km																							
Demanda en el sentido considerado I _{ci,d} (veh lig/h)	Longitud óptima del carril adicional para circulación rápida, (mi // km)																																			
≤100	≤0,50 mi // ≤ 0,80 km																																			
>100 ≤400	>0,50 ≤ 0,75 mi // >0,80 ≤ 1,20 km																																			
>400 ≤700	>0,75 ≤ 1,00 mi // >1,20 ≤ 1,60 km																																			
≥700	>1,00 ≤ 2,00 mi // >1,60 ≤ 3,20 km																																			
FIGURA 15																																				
I _{ci,d} =	570	veh lig/h																																		
Lca =	0.76	mi	CORRECTO NO SOBREPASA LA LONGITUD EFECTIVA																																	
3. REGION DE INFLUENCIA SITUADA CORRIENTE ABAJO, CONTIGUA A DICHO CARRIL ADICIONAL DENTRO DE DISTANCIA EFECTIVA (Lde)																																				
FIGURA 14		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Demanda en el sentido considerados I_{ci,d} (veh lig/h)</th> <th colspan="2" style="text-align: left;">Longitud de calzada afectada corriente-abajo L_{de} (mi)</th> </tr> <tr> <td></td> <th style="text-align: center;">PTS</th> <th style="text-align: center;">VMR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>≤200</td><td>13,0</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>300</td><td>11,6</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>400</td><td>8,1</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>500</td><td>7,3</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>600</td><td>6,5</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>700</td><td>5,7</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>800</td><td>5,0</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>900</td><td>4,3</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>≥1.000</td><td>3,6</td><td>1,7</td></tr> </tbody> </table>		Demanda en el sentido considerados I _{ci,d} (veh lig/h)	Longitud de calzada afectada corriente-abajo L _{de} (mi)			PTS	VMR	≤200	13,0	1,7	300	11,6	1,7	400	8,1	1,7	500	7,3	1,7	600	6,5	1,7	700	5,7	1,7	800	5,0	1,7	900	4,3	1,7	≥1.000	3,6	1,7
Demanda en el sentido considerados I _{ci,d} (veh lig/h)	Longitud de calzada afectada corriente-abajo L _{de} (mi)																																			
	PTS	VMR																																		
≤200	13,0	1,7																																		
300	11,6	1,7																																		
400	8,1	1,7																																		
500	7,3	1,7																																		
600	6,5	1,7																																		
700	5,7	1,7																																		
800	5,0	1,7																																		
900	4,3	1,7																																		
≥1.000	3,6	1,7																																		
LONGITUD DE CALZADA CORRIENTE-ABAJO L _{de} (mi)	I _{ci,d}	PTS																																		
6.7	500	7.3																																		
6.7	570	X																																		
6.7	600	6.5																																		
X = ft_iPTS = 6.7																																				
Lde (PTS)	6.7	mi																																		
SE DEBE REAJUSTAR CON Lde'																																				
4. REGION CORRIENTE ABAJO AL CARRIL ADICIONAL Y SITUADA FUERA DE SU INFLUENCIA (Ld)																																				
Lu	0.34	mi																																		
Lca	0.76	mi																																		
Lde (PTS)	6.7	mi																																		
Lt	4.17	mi																																		
ECUACION 13																																				
$L_d = L_t - (L_u + L_{ca} + L_{de})$																																				
Ld	-3.63	mi																																		
Ld	0	mi																																		
REGIONES																																				
Lu	0.34	mi																																		
Lca	0.76	mi																																		
Lde (PTS)	6.7	mi																																		
Ld	0	mi																																		
Lt	4.17	mi																																		
PASO 3: DETERMINACION DE PTS																																				
PTSD	69.8	%																																		
Lu	0.34	mi																																		
Lca	0.76	mi																																		
Lde (PTS)	6.7	mi																																		
Ld	0	mi																																		
I _{ci,d}	570	veh lig./h																																		
Lt	4.17	mi																																		
FIGURA 17		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Demanda en el sentido analizado, en el periodo de análisis de 15 minutos bajo condiciones ideales I_{ci,d} (veh lig/h)</th> <th style="text-align: left;">f_{ca,PTS}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>≤100</td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0,58</td></tr> <tr><td>300</td><td>0,59</td></tr> <tr><td>400</td><td>0,60</td></tr> <tr><td>500</td><td>0,61</td></tr> <tr><td>600</td><td>0,61</td></tr> <tr><td>700</td><td>0,61</td></tr> <tr><td>800</td><td>0,62</td></tr> <tr><td>≥900</td><td>0,62</td></tr> </tbody> </table>		Demanda en el sentido analizado, en el periodo de análisis de 15 minutos bajo condiciones ideales I _{ci,d} (veh lig/h)	f _{ca,PTS}	≤100		200	0,58	300	0,59	400	0,60	500	0,61	600	0,61	700	0,61	800	0,62	≥900	0,62													
Demanda en el sentido analizado, en el periodo de análisis de 15 minutos bajo condiciones ideales I _{ci,d} (veh lig/h)	f _{ca,PTS}																																			
≤100																																				
200	0,58																																			
300	0,59																																			
400	0,60																																			
500	0,61																																			
600	0,61																																			
700	0,61																																			
800	0,62																																			
≥900	0,62																																			
FACTOR DE AJUSTE POR CARRIL ADICIONAL f _{caPTS}	I _{ci,d}	f _{caPTS}																																		
0.61	500	0.61																																		
0.61	570	X																																		
0.61	600	0.61																																		
X = f_{caPTS} = 0.61																																				
FIGURA 17																																				

Fuente: Propia



ECUACION 14	
PTSd	69.8 %
Lu	0.34 mi
Lca	0.76 mi
Lde	6.7 mi
Ld	0 mi
fcaPTS	0.61
Lt	4.17 mi

ECUACION 14

$$PTS_{ca} = \frac{PTS_d \left[L_u + L_d + f_{ca,PTS} * L_{ca} + \left(\frac{1 + f_{ca,PTS}}{2} \right) * L_{de} \right]}{L_t}$$

PTSca = **103.731 %** NO SE UTILIZA ESTA RESPUESTA, USAR LA SGTE ECUACION

SI EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde (NUCLEO DE POBLACION-INTERSECCIONES)

ECUACION 15	
PTSd	69.8 %
Lu	0.34 mi
Lca	0.76 mi
Lde	6.7 mi
Ld	0 mi
fcaPTS	0.61
Lde'	0.64 mi
Lt	4.17 mi

ECUACION 15

$$PTS_{ca} = \frac{PTS_d \left[L_u + f_{ca,PTS} * L_{ca} + f_{ca,PTS} * L'_{de} + \left(\frac{1 - f_{ca,PTS}}{2} \right) * \left(\frac{L'_{de}{}^2}{L_{de}} \right) \right]}{L_t}$$

CORRECTO

PTSca = **20.185 %** SI SE UTILIZA ESTA RESPUESTA

PASO 5: DETERMINAR NS

EL TRAMO A ANALIZAR ABARCA LA TOTALIDAD Lde		EL TRAMO A ANALIZAR NO ABARCA LA TOTALIDAD Lde	
PTS ca	103.731 %	PTS ca	20.185 %
NO SE UTILIZA		SI SE UTILIZA	

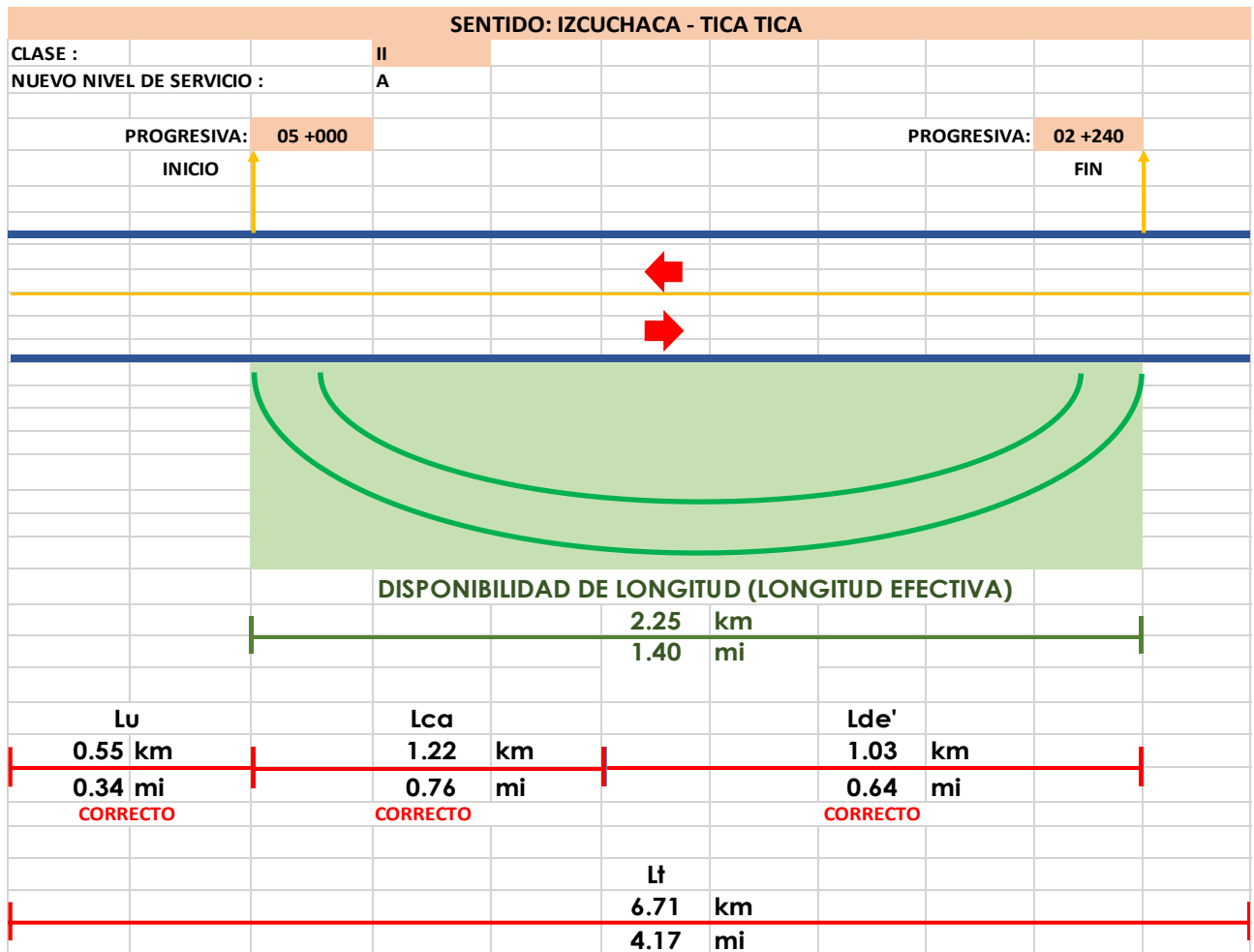
PTS FINAL = **20.185 %**

NS	Carreteras dos carriles clase I		Carreteras clase II PTS (%)	Carreteras clase III PVL (%)
	VMR (mi/h // km/h)	PTS (%)		
NS A	>55 // >90	≤35	≤40	>91,7
NS B	>50-55 // >82-90	>35-50	>40-55	>83,3-91,7
NS C	>45-50 // >74-80	>50-65	>55-70	>75,0-83,3
NS D	>40-45 // >65-74	>65-80	>70-85	>66,7-75,0
NS E	≤40 // ≤65	>80	>85	≤66,7

TABLA 1

NIVEL DE SERVICIO	PTS =	A
NIVEL DE SERVICIO		A

Fuente: Propia



Fuente: Propia

De acuerdo a la figura anterior observamos que el carril adicional para la infraestructura 04 tendrá las siguientes medidas:

- Longitud total del carril adicional = 2.25 km
- Inicio en la progresiva 05 + 000 km
- Fin en la progresiva 02 + 240 km

El nivel de servicio actual para la infraestructura 04 es “C”, el cual mejorará debido a la inclusión del carril adicional hasta un nivel de servicio “A”, donde existe una elevada velocidad de circulación.



Glosario

Acera

Parte de la vía, destinada al uso de peatones (vereda).

Autopista

Vía que soporta grandes volúmenes de vehículos con altas velocidades, una zona de importante generación de tránsito, como extensas áreas de viviendas, concentraciones comerciales y de industria. Los accesos y salidas están totalmente controlados, sus intersecciones con otras vías se efectúan a diferente nivel.

Calzada

Parte de la vía destinada a la circulación de vehículos y eventualmente al cruce de peatones y animales.

Capacidad vial

La capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que razonablemente pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tráfico y de los dispositivos de control.

Carretera

Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el ministerio de transportes y comunicaciones.

Carretera de dos carriles

Carretera con una sección transversal formada por dos carriles (uno por sentido de circulación) en las que las maniobras de adelantamiento deben efectuarse en el carril destinado al sentido contrario.

Condiciones ideales

Conjunto de condiciones bajo las cuales la capacidad de una vía será la máxima posible. Serán tomadas como referencia las metodologías de análisis del HCM e implicarán: buen tiempo meteorológico, pavimento seco y en buenas condiciones de conservación, usuarios habituales que conocen la infraestructura, no existencia de impedimentos a la circulación, no existencia de vehículos pesados, etc. longitud básica en un tramo de trenzado: distancia entre los puntos donde se unen los bordes de los carriles de las calzadas que convergen y divergen (punta y nariz).

**Condiciones reales**

Condiciones de trazado, de tráfico, de regulación y ambientales existentes durante el periodo de análisis.

Conductor

Operador del automóvil, camioneta de pasajeros, camión, microbús, ómnibus, etc., involucrados en el accidente. Puede estar en condiciones de fallecido, herido o ileso.

Densidad

Número de vehículos, peatones, etc. Existentes en una determina longitud de carril o calzada en un instante dado.

Demanda

Número de vehículos u otros usuarios de una vía que desean utilizar un elemento viable durante un periodo de tiempo específico, normalmente una hora o 15 min.

Demanda en el periodo de análisis

Cantidad de vehículos que llegan a un elemento viario durante el periodo de análisis considerado, expresado en veh/hora.

Cuando sea medida a pie de carretera deberá realizarse en condiciones de régimen libre (corriente arriba de la cola de vehículos asociada al elemento considerado).

Este aspecto resulta vital en el caso de aforos en régimen saturado, ya que la intensidad real será inferior a la que se observaría si la demanda fuera completamente atendida.

Factor de hora punta

Cociente entre la intensidad en la hora de análisis y la intensidad durante los 15 min. más cargados dentro de ella. Representa una medida de la fluctuación de la demanda de tráfico dentro de dicha hora de análisis.

Hora de referencia

Hora del año que presenta una demanda con un valor razonable para el diseño del trazado y regulación de una infraestructura

Infraestructura

Longitud de carretera o de vía urbana considerada en el análisis, compuesta por una sucesión de elementos puntuales y tramos conectados entre sí.

Intensidad

Cantidad total de vehículos u otro tipo de usuarios que cruzan por un punto o sección transversal de un carril o de una calzada durante un intervalo de tiempo dado (normalmente una hora)

**Pasajero**

Persona que es transportada de un lugar a otro en algún vehículo mayor o menor, sin considerar al conductor. Puede estar en condiciones de fallecido herido o ileso.

Peatón

Es toda la persona que transita por sus propios medios de locomoción por alguna calle, avenida, etc. que puede ser parte de las personas involucradas en el accidente de tránsito, en condiciones de fallecido, herido o ileso.

Pelotón

Conjunto de vehículos que se desplazan juntos de forma obligada por la regulación existente en la vía, por su trazado u otros factores.

Periodo de análisis

Periodo de tiempo más adecuado (normalmente 15 min) tomado con referencia para evaluar las condiciones de circulación de una infraestructura (capacidad y NS).

Porcentaje tiempo de seguimiento (PTS)

En una carretera de dos carriles, porcentaje medio sobre el tiempo total de recorrido que un vehículo deberá viajar en grupo, detrás de un vehículo más lento, debido a la imposibilidad de adelantamiento.

Rampa o pendiente específica

Rampa o pendiente simple (de rasante única) existente en un tramo de carretera, cuya inclinación será expresada en forma de porcentaje.

Terreno llano

Cualquier combinación de alineaciones horizontales y verticales que permitan un vehículo pesado circular a una velocidad similar a la desarrollada por un vehículo ligero. Normalmente contendrá rasantes de corta longitud y con inclinaciones no superiores al 2%.

Terreno montañoso

Cualquier combinación de alineaciones horizontales y verticales capaz de causar que un vehículo pesado tenga que circular a velocidad límite o crítica a lo largo de distancias significativas o a intervalos frecuentes.

Terreno ondulado

Cualquier combinación de rampa/pendiente y de alineaciones horizontales y verticales que provoquen un descenso significativo en la velocidad que piden desarrollar un vehículo pesado (respecto de un vehículo ligero), aunque sin llegar a provocar que deba circular a velocidad límite o crítica durante intervalos de tiempo prolongado o de forma frecuente.

**Transporte privado - particular**

Servicio de transporte que pertenece a una o varias personas y solamente ellas pueden disponer de su uso. Considere a los vehículos que transportan mercaderías de empresas privadas.

Transporte público

Servicio de transporte que se realiza para un grupo de personas o pasajeros. Considere a los taxis, tricitaxi, mototaxi, servicio de colectivo, movilidad escolar, vehículos de turismo.

Vehículos ligeros

Aquellas furgonetas y pequeñas camionetas que dispongan únicamente de 4 ruedas serán consideradas como vehículos ligeros.

Vehículo pesado

Es aquel que disponga de más de 4 ruedas sobre el pavimento durante su normal funcionamiento.

Velocidad Media de Recorrido (VMR)

Cociente entre la longitud de un tramo y el tiempo medio de recorrido calculado considerando a todos los vehículos que atraviesen el tramo, demora incluida. Equivaldrá a la velocidad media espacial.

Vía

La vía es el espacio donde se desarrolla el tránsito. Se denomina vía a toda calle, carretera o camino abierto al uso público, así como al camino privado utilizado por una colectividad indeterminada de usuarios.

Zona de no adelantamiento

Tramo de carretera de dos carriles en el que está prohibida la maniobra de adelantamiento en uno o ambos sentidos.



Conclusiones

CONCLUSIÓN PRINCIPAL

Se logró demostrar la *hipótesis general* que indicaba:

“Con la disminución de la velocidad media de recorrido (VMR) y aumento de porcentaje de tiempo de seguimiento (PTS), la capacidad y nivel de servicio descende, basado en el manual de capacidad de carreteras (HCM 2010) en la Vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca”

Lográndose de esta manera el *objetivo general* de:

“Determinar la capacidad y nivel de servicio según la velocidad media de recorrido (VMR) y porcentaje de tiempo de seguimiento (PTS) basado en el manual de capacidad de carreteras (HCM 2010) en la Vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca” Como se observa en las **Figuras 50 y 52 (cálculo de VMR – PTS)**; debido a que la disminución de VMR está directamente relacionado con las variables dependientes (NS y CV), así como el incremento de PTS está relacionado de manera inversamente con la variable dependientes (NS y CV).

Por lo tanto, al aumentar la velocidad media de recorrido y disminuir el porcentaje de tiempo de seguimiento podremos aumentar el nivel de servicio y capacidad vial, logrando mejorar la infraestructura vial.

CONCLUSIÓN N° 01:

Se logró demostrar la *hipótesis específica N° 1* que decía:

“Con el incremento de la velocidad libre, se obtiene un mejor nivel de servicio, según Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) en la vía PE-3S tramo Arco Tica Tica-Izcuchaca”.

Lográndose de esta manera cumplir el **objetivo específico N° 1**:

“Identificar de qué manera influye la velocidad libre en nivel de servicio, según Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) en la vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca”

Como se observa en las **Figura 50 (VMR segmento 21=20.1465 mi/h)** y **Figura 53 (NS=E y CV=1547 veh/h)**; **puesto** si un vehículo incrementa su velocidad en carretera clase I, se podrá mejorar el nivel de servicio de la vía, logrando mejorar las condiciones de transitabilidad.

Por lo tanto, la velocidad libre determinara el nivel de servicio en el tramo de **CLASE I**, de manera directamente.

**CONCLUSIÓN N° 02:**

Se logró demostrar la **hipótesis específica N° 02** que decía:

“A menor demanda para condiciones ideales, la capacidad disminuye según Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) en la vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca.”

Lográndose de esta manera cumplir el **objetivo específico N° 02:**

Determinar de qué manera incide la demanda para condiciones ideales en la capacidad, según Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) en la Vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca

Como se observa en las **Figuras 50 (cálculo de VMR segmento 21=20.1465 mi/h) y 52, PTS segmento 21=61.5 %**), donde la demanda se obtiene de la **Figura 51 (demanda=604 veh.** en ambos sentidos), determinado por reparto 50% (demanda para **segmento 21 = 302 veh.**) se concluye que en horario fuera de la hora punta, donde la demanda disminuye, se puede evidenciar que la capacidad disminuye también, logrando establecerse de manera directa.

CONCLUSIÓN N° 03:

Se logró demostrar la **hipótesis específica N° 03** que decía:

“Con el aumento del porcentaje de no adelantamiento el nivel de servicio desciende según Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) en la vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca”

Lográndose de esta manera cumplir el **objetivo específico N° 03:**

“Identificar de qué manera afecta el porcentaje de no adelantamiento en nivel de servicio, según Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) en la Vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca”

Como se muestra en las **Figura 50 y 52 (cálculo de VMR segmento 21=20.1465 mi/h, PTS segmento 21=61.5 %)** se concluye que en el **segmento 21**, donde existe 100 % de zonas de no adelantamiento, el **nivel de servicio del segmento 21, es F (Figura 53)**

**CONCLUSION N° 04:**

Se logró demostrar la **hipótesis específica N° 04** que decía:

“Con el descenso del Porcentaje de Tiempo de Seguimiento (PTSd), el Nivel de Servicio mejora según Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) en la Vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca.”

Lográndose de esta manera cumplir el **objetivo específico N° 04:**

“Determinar de qué manera influye el porcentaje de tiempo de seguimiento (PTSd), en el nivel de servicio, según Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) en la vía PE-3S tramo Arco Tica tica-Izcuchaca.”

Como se muestra en la **Figura 52 (PTS segmento 21=61.5 %)**, se concluye que cuanto mayor sea el porcentaje de tiempo de seguimiento, el nivel de servicio desciende (de manera indirecta), como podemos ver en el cálculo del **nivel de servicio del segmento 21, es F (Figura 53)**

CONCLUSION N° 05:

Se logró determinar el índice de correlación de Pearson de las variables dependientes e independientes, como se muestra a continuación:

Sentido Arco Tica tica – Izcuchaca: CLASE I

- Variable X: Velocidad media de recorrido
- Variable Y: Capacidad vial

Coefficiente de Pearson: -0.23

Resultado: Correlación inversa

Relación lineal de las variables = 10 %

Sentido Arco Tica tica – Izcuchaca: CLASE I

- Variable X: Porcentaje de tiempo de seguimiento
- Variable Y: Capacidad vial

Coefficiente de Pearson: 0.12

Resultado: Correlación directa

Relación lineal de las variables = 1 %



Sentido Izcuchaca - Arco Tica tica: CLASE I

- Variable X: Velocidad media de recorrido
- Variable Y: Capacidad vial

Coefficiente de Pearson: -0.04

Resultado: Correlación inversa

Relación lineal de las variables = 0.1 %

Sentido Izcuchaca - Arco Tica tica: CLASE I

- Variable X: Porcentaje de tiempo de seguimiento
- Variable Y: Capacidad vial

Coefficiente de Pearson: 0.62

Resultado: Correlación directa

Relación lineal de las variables = 40 %

Ver tabla de cálculo de índice correlacional de Pearson (r) en **ANEXO V**

El análisis se realizó según cuadro de correlación de Pearson

$r = -1$: Correlación inversa perfecta

$-1 < r < 0$: Correlación inversa

$r = 0$: no ha correlación

$0 < r < 1$: Correlación directa

$r = 1$: Correlación directa perfecta



RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN DE MEJORAS EN LA CARRETERA NACIONAL PE-3S TRAMO ARCO TICA TICA – IZCUCHACA (IMPLEMENTACIÓN DE CARRILES ADICIONALES).

Infraestructura 01 (progresiva 02 + 300 km hasta la progresiva 05 + 000 km.)

Se recomienda implementar un carril adicional en la infraestructura 01, la cual tendrá una longitud total de 2.74 km, iniciando en la progresiva 02 + 300 km hasta la progresiva 05 + 000 km.

Infraestructura 02 (progresiva 06 + 820 km hasta la progresiva 12 + 720 km.)

Se recomienda implementar un carril adicional para la infraestructura 02, la cual tendrá una longitud total de 3.94 km, iniciando en la progresiva 06 + 820 km hasta la progresiva 12 + 720 km.

Infraestructura 03 (progresiva 12 + 700 km hasta la progresiva 09 + 620 km.)

Se recomienda implementar un carril adicional para la infraestructura 03, la cual tendrá una longitud total de 3.07 km, iniciando en la progresiva 12 + 700 km hasta la progresiva 09 + 620 km.

Infraestructura 04 (progresiva 05 + 000 km hasta la progresiva 02 + 240 km.)

Se recomienda implementar un carril adicional para la infraestructura 03, la cual tendrá una longitud total de 2.25 km, iniciando en la progresiva 05 + 000 km hasta la progresiva 02 + 240 km.

RECOMENDACIÓN N° 01

Se recomienda realizar un estudio de nivel de serviciabilidad en el tramo Arco Tica tica – Izcuchaca, y realizar una comparación con los resultados obtenidos en la presente investigación, con el objetivo de observar si existe alguna relación entre nivel de servicio y nivel de serviciabilidad.



RECOMENDACIÓN N° 02

Se recomienda el uso de señales verticales que indiquen el inicio y fin de cada uno de los carriles de adelantamiento, facilitando su identificación por los conductores y fomentando el uso de dicho carril auxiliar.

RECOMENDACIÓN N° 03

Se recomienda el uso de los métodos descritos en la presente investigación para la determinación del nivel de servicio y capacidad vial de otras carreteras de dos carriles con alto flujo vehicular, con el fin de generar alternativas de solución que agilicen el tránsito vehicular.

RECOMENDACIÓN N° 04

Se recomienda el uso de señales verticales que indiquen el inicio y fin de cada uno de los carriles de adelantamiento, además del tipo de circulación, de acuerdo a las 4 propuestas planteadas:

Carril de adelantamiento N° 01 (Propuesta N° 01): Se recomienda colocar señales verticales que indiquen que dicho carril es exclusivamente utilizado por vehículos pesados (circulación lenta), con el fin de que los vehículos ligeros puedan circular con normalidad por la carretera principal. Además, se debe indicar que el carril adicional inicia en la progresiva: 02 + 300 km y terminar en la progresiva 05 + 000 km (sentido directo).

Carril de adelantamiento N° 02 (Propuesta N° 02): Se recomienda colocar señales verticales que indiquen que dicho carril es exclusivamente utilizado por vehículos ligeros (circulación rápida), con el fin de que los vehículos pesados puedan circular con normalidad por la carretera principal. Además, se debe indicar que el carril adicional inicia en la progresiva: 06 + 820 km y terminar en la progresiva 12 + 720 km (sentido directo).

Carril de adelantamiento N° 03 (Propuesta N° 03): Se recomienda colocar señales verticales que indiquen que dicho carril es exclusivamente utilizado por vehículos ligeros (circulación rápida), con el fin de que los vehículos pesados puedan circular con normalidad por la carretera principal. Además, se debe indicar que el carril adicional inicia en la progresiva: 12 + 700 km y terminar en la progresiva 09 + 620 km (sentido opuesto).

Carril de adelantamiento N° 04 (Propuesta N° 04): Se recomienda colocar señales verticales que indiquen que dicho carril es exclusivamente utilizado por vehículos pesados (circulación lenta), con el fin de que los vehículos ligeros puedan circular con normalidad por la carretera principal. Además, se debe indicar que el carril adicional inicia en la progresiva: 05 + 000 y terminar en la progresiva 02 + 240 km (sentido opuesto).



Referencias Bibliográficas

- Garber, N. J., & Hoel, L. A. (2005). *Ingeniería de Transito y Carreteras*. México: S.A. Ediciones Paraninfo.
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigacion*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México.
- Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sánchez, V., & del Val, M. (2003). *Ingeniería de Carreteras* (1 ed.). Madrid: McGraw Hill.
- Levin, R. &. (1996). *Estadística para Administradores, Sexta Edición*. Ciudad de México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (30 de ENERO de 2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Recuperado el Viernes de Marzo de 2018, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Rafael Cal y Mayor R., J. C. (2007). *Ingeniería de Tránsito, 8va Edición*. Mexico: Ediciones Alfa y Omega.
- Rafael Cal y Mayor Reyes Espindola, J. C. (1994). *Ingeniería de transito Fundamentos y Aplicaciones 7º Edición*. Mexico: Ediciones Alfa y Omega.
- Romana, M., Nuñez, M., Martínez, J., & Diez de Arizaleta, R. (2017). *Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010* (1 ed.). Madrid: FC.