



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN
LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL
CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD
DE URUBAMBA**

Presentado por :

Chacón Castro, Jean Christian Gabriel

Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Victor Chacón Sánchez

CUSCO - PERÚ

2018



DEDICATORIA

A Dios, sin poder definir el por qué, porque además Él ya lo sabe.

A mi madre por regalarme la vida, por su paciencia, por su fuerza, por su comprensión y sobre todo por su apoyo incondicional.

A mi padre por su fuerza, por su comprensión, por su perseverancia y sobre todo por su presión para que termine mis proyectos.

A mis abuelos por su amor y apoyo incondicional.

A mi asesor quien me guio por este camino y nos instruyó a lo largo de la investigación.

A mi co-asesor quien me guio y me dio fuerzas para terminar la investigación.

A todos aquellos que con su granito de arena dieron muchas veces una mano a esta investigación.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se la debemos.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Andina del Cusco por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional, brindando una educación de calidad, tanto en conocimientos como en valores.

A mi asesor de tesis, Mgt. Ing. Victor Chacon Sánchez por aceptarme para la realización de este trabajo de tesis bajo su dirección y dedicación, quien, con sus conocimientos y su paciencia ha logrado poder terminar mis estudios con éxito.

A mi co-asesor de tesis, Mgt. Ing. Miguel Alfredo Flores Dueñas por la realización de este trabajo de tesis bajo su dirección, por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación he logrado poder terminar mi investigación con éxito.

A Mgt. Ing. Robert Merino Yépez por haber contribuido en el desarrollo de la presente investigación.

De igual manera agradecer a los docentes de los cursos de investigación, taller de tesis I y II, y todos los cursos llevados, por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudaron a formarnos como personas.

Y por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura tarea. A mis padres, por su ejemplo y honestidad, paciencia, inteligencia y generosidad, a mis hermanos, por su apoyo incondicional.

Finalmente agradecer a los docentes en toda la carrera profesional y amigos que me ayudaron en la realización de esta investigación.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se encuentra desarrollado dentro de la rama de Transportes (Ingeniería de Tránsito) enfocada a las principales vías de la localidad de Urubamba - Cusco, dentro de estas la Av. Ferrocarril está en una zona urbana; que a la vez es una vía nacional PE 34B con un comportamiento rural.

Para esta investigación se ha aplicado la metodología del *HIGHWAY CAPACITY MANUAL* (HCM 2010), por la carencia de una norma nacional, reflejan los bajos Niveles de Servicio que se perciben diariamente, sobre todo en horas punta, donde existe congestionamientos prolongados. También se utilizó la metodología *PAVEMENT CONDITION INDEX* (PCI) se evaluó, cuantificó y catalogó las fallas existentes en los pavimentos

Con estos 2 resultados obtenidos (nivel de servicio según HCM 2010 y método PCI); el nivel de servicio y la serviciabilidad se hace una evaluación, análisis y contrastación conjunta para determinar una categoría de NIVEL DE SERVICIO para cada vía que se ve reflejada en el escenario de estudio, teniendo como resultado final un nivel de servicio de categoría "E" para las Avenida Ferrocarril tramo 01, tramo 02 y tramo 03, la Avenida Torrechayoc tiene una categoría "C" y el Jirón Comercio una categoría "C". Y una serviciabilidad basada en el PCI, para el caso de Av. Ferrocarril tramo 01 de 33%, Av. Ferrocarril tramo 02 de 48%, Av. Ferrocarril tramo 03 de 32%, Av. Torrechayoc de 39% y Jr. Comercio de 41%.

PALABRAS CLAVE: Nivel de servicio – Serviabilidad – carretera de dos carriles.



ABSTRACT

This research work is developed within the branch of Transportation (Traffic Engineering) focused on the main roads of the town of Urubamba - Cusco, within these the Av. Ferrocarril is in an urban area; that at the same time is a national road PE 34B with a rural behavior.

For this research, the HIGHWAY CAPACITY MANUAL methodology (HCM 2010) has been applied, due to the lack of a national standard, reflecting the low levels of service that are perceived daily, especially during peak hours, where there are prolonged congestion. The PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) methodology was also used to assess, quantify and catalog the existing faults in the pavements.

With these 2 results obtained (service level according to HCM 2010 and PCI method); the level of service and serviceability is a joint evaluation, analysis and comparison to determine a category LEVEL OF SERVICE for each path that is reflected in the study scenario, with the final result of a level of service category "E" for Avenue Ferrocarril section 01, section 02 and section 03, Avenue Torrechayoc has a category "C" and Shred Comercio a category "C". And a serviceability based on the PCI, for the case of Av. Ferrocarril stretch 01 of 33%, Av. Ferrocarril stretch 02 of 48%, Av. Ferrocarril stretch 03 of 32%, Av. Torrechayoc of 39% and Jr. Comercio de 41%

KEY WORDS: LEVEL OF SERVICE- SERVICEABILITY - TWO-LANE ROAD.



INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo de investigación se realizó en el año 2017, teniendo como objetivo realizar un análisis del Nivel de Servicio de la Av. La Ferrocarril, Av. Torrechayoc y Jr. Comercio como se encuentra actualmente, siendo esta la avenida de mayor demanda y necesidad dentro de la ciudad del Urubamba.

La localidad de Urubamba en los últimos años se convirtió en una zona objetivo turístico, altamente industrial y comercial por la llegada de empresas extranjeras e inversión de empresas nacionales, modificando de ésta manera las necesidades y requerimientos de la población.

En este estudio se ven afectados directamente diversas características y elementos que se consideran en una vía de alto tránsito, esto debido a la alta demanda por parte de los ciudadanos por la necesidad de movilizarse de una manera eficiente y económicamente accesible.

Un aporte significativo de esta investigación, es la determinación del nivel de servicio de manera real, basándonos en una evaluación y análisis del resultado dado por el cálculo matemático según HCM 2010 Y las fallas encontradas en los pavimentos(PCI), hacer un proceso de corrección para determinar el nivel de servicio correspondiente a la realidad de la zona. La tesis se dividirá en:

Capítulo 01 – Planteamiento del problema.

Capítulo 02 – Marco teórico.

Capítulo 03 – Metodología.

Capítulo 04 – Resultados.

Capítulo 05 – Conclusiones.



INDICE

DEDICATORIA	Pág. I
AGRADECIMIENTO	Pág. II
RESUMEN	Pág. III
ABSTRACT	Pág. IV
INTRODUCCION	Pág. V
INDICE	Pág. VI
CAPITULO I	
1.1. Identificación del Problema	Pág. 2
1.1.1. Descripción del problema	Pág. 2
1.1.2. Formulación interrogativa del problema	Pág. 5
1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general	Pág. 5
1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos	Pág. 5
1.2. Justificación e Importancia del Problema	Pág. 6
1.2.1. Justificación técnica	Pág. 6
1.2.2. Justificación social	Pág. 7
1.2.3. Justificación por viabilidad	Pág. 7
1.2.4. Justificación por relevancia	Pág. 7
1.3. Limitaciones de la Investigación	Pág. 7
1.3.1 Limitaciones	Pág. 8
1.4. Objetivo de la investigación	Pág. 9
1.4.1 Objetivo General	Pág. 9
1.4.2. Objetivos Específicos	Pág. 9
1.5 Hipótesis	Pág. 9
1.5.1. Hipótesis general	Pág. 9
1.5.2. Hipótesis específica	Pág. 10
1.6. Definición de Variables	Pág. 10
1.6.1. Variable Independientes	Pág. 10
1.6.2. Variables Dependientes	Pág. 11



1.6.3. Operacionalización de variables	Pág. 13
1.6.4. Cuadro de matriz de consistencia	Pág. 14

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO DE LA TESIS	Pág. 16
2.1. Antecedentes de la Tesis	Pág. 16
2.1.1. Antecedentes de la Tesis a nivel Nacional	Pág. 16
2.1.1.1. Trabajo de Investigación N°01	Pág. 16
2.1.1.2. Trabajo de Investigación N°02	Pág. 16
2.1.1.3. Trabajo de Investigación N°03	Pág. 17
2.1.2. Antecedentes de la Tesis a nivel Internacional.	Pág. 18
2.1.2.1. Trabajo de Investigación N°01	Pág. 18
2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes	Pág. 18
2.2.1. Nivel de Servicio	Pág. 18
2.2.1.1. Clasificación de los Niveles de Servicio	Pág. 19
2.2.1.2. Factores que afectan la capacidad	Pág. 22
2.2.1.3. Definiciones	Pág. 27
2.2.1.4. Nivel de servicio proceso de cálculo.	Pág. 30
2.2.1.5. Componentes del tránsito	Pág. 38
2.2.1.6. Características del tránsito	Pág. 41
2.2.1.7. Intersecciones a nivel	Pág. 42
2.2.1.8. Semaforización	Pág. 43
2.2.2. Pavimento	Pág. 45
2.2.2.1. Pavimentos Flexibles	Pág. 45
2.2.2.2. Pavimentos Rígidos	Pág. 47
2.2.3. Fallas de Pavimentos	Pág. 47
2.2.3.1. Fallas de Pavimentos Flexibles	Pág. 48
2.2.3.2. Fallas de Pavimentos Rígidos	Pág. 50
2.2.4. Descripción y evaluación de fallas en pavimentos	Pág. 54
2.2.4.1. Métodos de evaluación	Pág. 54
2.2.5. HCM2010	Pág. 69
2.2.5.1. Determinación de la capacidad y nivel de servicio de intersec.	Pág. 70
2.2.5.2. Determinación de grupos de movimiento y grupos de carril	Pág. 72



2.2.5.3.	Determinación de la tasa de flujo de los grupos de mov.	Pág. 72
2.2.5.4.	Determinación de la tasa de flujo de los grupos de carril	Pág. 74
2.2.5.5.	Determinación de la tasa de flujo de saturación	Pág. 75
2.2.5.6.	Tasa de flujo de saturación base	Pág. 75
2.2.5.7.	Factor de ajuste por ancho de carril	Pág. 76
2.2.5.8.	Factor de ajuste para vehículos pesados	Pág. 77
2.2.5.9.	Factor de ajuste por pendiente	Pág. 77
2.2.5.10.	Factor de ajuste por estacionamiento	Pág. 78
2.2.5.11.	Factor de ajuste por bloqueo de autobuses	Pág. 79
2.2.5.12.	Factor de ajuste por uso tipo de area	Pág. 79
2.2.5.13.	Factor de ajuste por uso de carril	Pág. 79
2.2.5.14.	Factor de ajuste por giros a la derecha	Pág. 80
2.2.5.15.	Factor de ajuste por giros a la izquierda	Pág. 81
2.2.5.16.	Determinación de la proporción de llegada durante fase verde	Pág. 82
2.2.5.17.	Determinación de la duración de las fases del semáforo	Pág. 82
2.2.5.18.	Determinación de la capacidad	Pág. 84
2.2.5.18.1.	Determinación de las demoras	Pág. 84
2.2.5.19.	Determinación del nivel de servicio	Pág. 89

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGIA	Pág.102
3.1.	Metodología	Pág. 102
3.1.1.	Tipo de investigación	Pág.102
3.1.2.	Nivel de investigación	Pág.102
3.1.3.	Método de investigación	Pág.103
3.2.	Diseño de la investigación	Pág.103
3.2.1.	Diseño metodológico	Pág. 103
3.2.2.	Diseño de ingeniería	Pág. 104
3.2.2.1.	Selección de vías	Pág. 104
3.2.2.2.	Conteo vehicular	Pág. 106
3.2.2.3.	Descripción de fallas	Pág. 108
3.3.	Población y Muestra	Pág. 108
3.3.1.1.	Población	Pág. 108



3.3.1.2.	Descripción de la población	Pág. 108
3.3.1.3.	Cuantificación de la Población	Pág. 108
3.3.2.	Muestra	Pág.108
3.3.2.1.	Descripción de la muestra	Pág. 108
3.3.2.2.	Cuantificación de la Muestra	Pág. 109
3.3.2.3.	Método de Muestreo	Pág. 110
3.3.2.4.	Criterios de Evaluación de la Muestra	Pág. 1100
3.3.3.	Criterios de Inclusión	Pág.111
3.4.	Instrumentos	Pág. 111
3.4.1.	Instrumentos metodológicos	Pág. 111
3.4.1.1.	Guías de observación	Pág. 111
3.4.1.2.	Procesamiento de datos	Pág. 111
3.4.2.	Instrumentos de ingeniería	Pág. 117
3.5.	Procedimiento de Recolección de Datos	Pág. 117
3.5.1.	Conteo Vehicular	Pág. 117
3.5.1.1.	Equipos Utilizados en la Prueba	Pág. 117
3.5.1.2.	Procedimiento	Pág. 117
3.5.1.3.	Toma de Datos	Pág. 118
3.5.2.	Descripción y Análisis de Fallas	Pág. 122
3.5.2.1.	Equipos Utilizados en la Prueba	Pág. 122
3.5.2.2.	Procedimiento	Pág. 122
3.6.	Procedimiento de Análisis de Datos	Pág. 123
3.6.1.	Calculo del nivel de servicio	Pág. 123
3.6.1.1.	Calculo de Tasa de Flujo Máximo	Pág. 123
3.6.1.2.	Calculo de Velocidad de Flujo Libre	Pág. 125
3.6.1.3.	Velocidad media de viaje	Pág. 131
3.6.1.4.	Determinación del porcentaje de tiempo empleado en seg.	Pág. 132
3.6.1.5.	Calculo de Nivel de Servicio	Pág. 137
3.6.2.	Determinación del nivel de Servicio de las intersecciones	Pág. 138
3.6.3.	Determinación del estado de la superficie del pavimento	Pág. 164

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	Pág. 178
----	------------	----------



4.1.	Nivel de Servicio	Pág. 178
4.2.	Estado de Fallas	Pág. 180
4.3.	Capacidad vial	Pág. 182
4.4.	Nivel de Servicio Final	Pág. 182

CAPÍTULO V

5.	Discusión	Pág. 183
----	-----------	----------

GLOSARIO	Pág. 187
-----------------	----------

CONCLUSIONES	Pág. 193
---------------------	----------

RECOMENDACIONES	Pág. 199
------------------------	----------

REFERENCIAS	Pág. 202
--------------------	----------

ANEXOS	Pág. 205
---------------	----------



INDICE TABLAS

Tabla N° 01: Operacionalización de variables	Pág. 13
Tabla N° 02: Matriz de consistencia	Pág. 14
Tabla N° 03: Relación ancho del carril con % de capacidad	Pág. 23
Tabla N° 04: Relación ancho dos carriles con % de cap	Pág. 24
Tabla N° 05: Factores de equivalencia	Pág. 26
Tabla N° 06: Niveles de servicio	Pág. 31
Tabla N° 07: Ajuste por ancho de carril y acotamiento	Pág. 33
Tabla N° 08: Ajuste por puntos de acceso	Pág. 33
Tabla N° 09: Automóviles equivalentes – velocidad veh	Pág. 34
Tabla N° 10: % de tiempo consumido en seguimiento	Pág. 34
Tabla N° 11: factor de ajuste por pendiente – velocidad	Pág. 35
Tabla N° 12: factor de ajuste por pendiente – tiempo	Pág. 35
Tabla N° 13: ajuste por % de zonas de no rebase	Pág. 36
Tabla N° 14: ajuste por % de distribución direccional	Pág. 37
Tabla N° 15: Niveles de servicio para vía de dos carriles	Pág. 38
Tabla N° 16: Índice de la condición del pavimento y escala de eval	Pág. 56
Tabla N° 17: Tamaño de muestra	Pág. 56
Tabla N° 18: Fallas consideradas en PCI	Pág. 57
Tabla N° 19: Índice de los diferentes niveles de clasificación	Pág. 58
Tabla N° 20: Profundidad de bache	Pág. 66
Tabla N° 21: Metodología de automóviles para intersecciones	Pág. 70
Tabla N° 22: Grupos de carril típicos de análisis	Pág. 72
Tabla N° 23: Factor de ajuste por ancho de carril	Pág. 76
Tabla N° 24: Relación entre el tipo de llegada y la calidad de prog	Pág. 82
Tabla N° 25: Criterios de nivel de servicio para automóviles	Pág. 89
Tabla N° 26: Tabla de longitud de muestra	Pág. 90
Tabla N° 27: Curvas para piel de cocodrilo	Pág. 93
Tabla N° 28: Curvas para exudación	Pág. 94
Tabla N° 29: Curvas para fisuras de bloque	Pág. 94
Tabla N° 30: Curvas para corrugación	Pág. 95
Tabla N° 31: Curvas para fisuras de borde	Pág. 95



Tabla N° 32: Curvas para longitudinales y transversales	Pág. 96
Tabla N° 33: Curvas para parches	Pág. 96
Tabla N° 34: Curvas para baches	Pág. 97
Tabla N° 35: Curvas para evaluación del valor deducido total	Pág. 99
Tabla N° 36: Guía de observación N°00 y 01	Pág. 113
Tabla N° 37: Guía de observación N°02	Pág. 115
Tabla N° 38: Guía de observación N°04	Pág. 116
Tabla N° 39: Conteo vehicular general de 13 horas	Pág. 118
Tabla N° 40: Conteo vehicular – horas punta (08/06/17)	Pág. 118
Tabla N° 41: Conteo vehicular – horas punta (09/06/17)	Pág. 119
Tabla N° 42: Conteo vehicular – horas punta (10/06/17)	Pág. 119
Tabla N° 43: Conteo vehicular – horas punta (11/06/17)	Pág. 120
Tabla N° 44: Conteo vehicular – horas punta (12/06/17)	Pág. 120
Tabla N° 45: Conteo vehicular – horas punta (13/06/17)	Pág. 121
Tabla N° 46: Conteo vehicular – horas punta (14/06/17)	Pág. 121
Tabla N° 47: Velocidad a flujo libre – Ferrocarril tramo 1	Pág. 124
Tabla N° 48: Velocidad a flujo libre – Ferrocarril tramo 2	Pág. 124
Tabla N° 49: Velocidad a flujo libre – Ferrocarril tramo 3	Pág. 125
Tabla N° 50: Máximo volumen diario	Pág. 126
Tabla N° 51: Conteo vehicular, 11 de Junio	Pág. 127
Tabla N° 52: Composición vehicular	Pág. 128
Tabla N° 53: Extracción de datos N y Q _{máx}	Pág. 128
Tabla N° 54: Factor de hora de máxima demanda	Pág. 128
Tabla N° 55: Factor de hora máxima	Pág. 129
Tabla N° 56: Tasa de flujo máximo	Pág. 129
Tabla N° 57: Determinación VHMD, FHMD y V _p	Pág. 130
Tabla N° 58: Determinación VHMD, FHMD, V _p 2 sentidos	Pág. 131
Tabla N° 59: Velocidad media de viaje	Pág. 132
Tabla N° 60: Velocidad media de viaje general	Pág. 132
Tabla N° 61: Tasa de flujo	Pág. 133
Tabla N° 62: Tasa de flujo general	Pág. 134
Tabla N° 63: % de tiempo empleado en seguimiento base	Pág. 135
Tabla N° 64: % de tiempo empleado en seguimiento base	Pág. 135



Tabla N° 65: % de tiempo empleado en seguimiento	Pág. 136
Tabla N° 66: Tasa de flujo bajo Vp	Pág. 137
Tabla N° 67: Nivel de servicio	Pág. 138
Tabla N° 68: Grupos de movimiento y grupos de carril n°01	Pág. 139
Tabla N° 69: Grupos de movimiento y grupos de carril n°02	Pág. 141
Tabla N° 70: Resumen: Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla	Pág. 141
Tabla N° 71: Resumen: Intersección Ferrocarril – Torrechayoc	Pág. 141
Tabla N° 72: Resumen: Intersección Ferrocarril – Comercio	Pág. 141
Tabla N° 73: Tasa de flujo de grupo de movimiento y carril	Pág. 142
Tabla N° 74: Resumen: Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla	Pág. 143
Tabla N° 75: Resumen: Intersección Ferrocarril – Torrechayoc	Pág. 143
Tabla N° 76: Resumen: Intersección Ferrocarril – Comercio	Pág. 143
Tabla N° 77: Saturación base	Pág. 144
Tabla N° 78: Factor de ajuste por ancho de carril	Pág. 144
Tabla N° 79: Factor de ajuste por ancho de carril	Pág. 145
Tabla N° 80: Factor de ajuste por vehículos pesado	Pág. 146
Tabla N° 81: Factor de ajuste por pendiente	Pág. 146
Tabla N° 82: Factor de ajuste por presencia de estacio.	Pág. 147
Tabla N° 83: Factor de ajuste por bloqueo de buses	Pág. 148
Tabla N° 84: Factor de ajuste por tipo de área	Pág. 148
Tabla N° 85: Factor de ajuste por uso de carril	Pág. 149
Tabla N° 86: Factor de ajuste por giro a la derecha	Pág. 149
Tabla N° 87: Factor de ajuste por giro a la izquierda	Pág. 151
Tabla N° 88: Resumen: Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla	Pág. 152
Tabla N° 89: Resumen: Intersección Ferrocarril – Torrechayoc	Pág. 152
Tabla N° 90: Resumen: Intersección Ferrocarril – Comercio	Pág. 152
Tabla N° 91: Relacion entre el tipo de llegada y la calidad.	Pág. 153
Tabla N° 92: Resumen: Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla	Pág. 154
Tabla N° 93: Resumen: Intersección Ferrocarril – Torrechayoc	Pág. 154
Tabla N° 94: Resumen: Intersección Ferrocarril – Comercio	Pág. 154
Tabla N° 95: Calculo de Capacidad	Pág. 155
Tabla N° 96: Calculo de la relación volumen/Capacidad.	Pág. 156
Tabla N° 97: Calculo de la relación volumen/Capacidad. crit	Pág. 157



Tabla N° 98: Resumen: Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla.....	Pág. 157
Tabla N° 99: Resumen: Intersección Ferrocarril – Torrechayoc	Pág. 158
Tabla N° 100: Resumen: Intersección Ferrocarril – Comercio.....	Pág. 159
Tabla N° 101: Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla	Pág. 161
Tabla N° 102: Intersección Ferrocarril – Torrechayoc	Pág. 162
Tabla N° 103: Intersección Ferrocarril – Comercio	Pág. 162
Tabla N° 104: Criterios de nivel de servicio para autos en inte.....	Pág. 162
Tabla N° 105: Resumen: Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla.....	Pág. 163
Tabla N° 106: Resumen: Intersección Ferrocarril – Torrechayoc	Pág. 163
Tabla N° 107: Resumen: Intersección Ferrocarril – Comercio.....	Pág. 163
Tabla N° 108: anchos y largos de calzada	Pág. 164
Tabla N° 109: Calculo de unidades de muestreo	Pág. 165
Tabla N° 110: Progresivas de ferrocarril tramo 01	Pág. 165
Tabla N° 111: Número mínimo de unidades	Pág. 167
Tabla N° 112: Calculo de numero mínimo de unidades	Pág. 168
Tabla N° 113: Unidades de muestreo a evaluar	Pág. 169
Tabla N° 114: Guia de observacion N°02	Pág. 170
Tabla N° 115: Valor deducido para piel de cocodrilo	Pág. 171
Tabla N° 116: Calculo de valor deducido total	Pág. 172
Tabla N° 117: Valor deducido total	Pág. 172
Tabla N° 118: PCI de la Avenida Ferrocarril tramo 01	Pág. 173
Tabla N° 119: PCI de la Avenida Ferrocarril tramo 02	Pág. 174
Tabla N° 120: PCI de la Avenida Ferrocarril tramo 03	Pág. 174
Tabla N° 121: PCI de la Avenida Torrechayoc	Pág. 175
Tabla N° 122: PCI del jirón Comercio	Pág. 175
Tabla N° 123: PCI final de las vías en estudio	Pág. 176
Tabla N° 124: Nivel de servicio	Pág. 178
Tabla N° 125: Nivel de servicio Avenida Ferrocarril	Pág. 178
Tabla N° 126: Nivel de servicio interseccion Ferrocarril - Torre.....	Pág. 179
Tabla N° 127: Nivel de servicio interseccion Ferrocarril - Comer.....	Pág. 179
Tabla N° 128: Nivel de servicio	Pág. 180



Tabla N° 129: PCI y escala de evaluacion Pág. 180
Tabla N° 130: PCI final de las vías en estudio Pág. 181
Tabla N° 131: Capacidad vial Pág. 182
Tabla N° 132: Resultados nivel de servicio Pág. 182

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación Cusco Pág. 2
Figura N° 2: Ubicación Urubamba Pág. 2
Figura N° 3: Ubicación Urubamba Pág. 3
Figura N° 4: Croquis del área de estudio Pág. 3
Figura N° 5: Inicio de avenida Ferrocarril Pág. 9
Figura N° 6: Nivel de Servicio A Pág. 19
Figura N° 7: Nivel de Servicio B Pág. 20
Figura N° 8: Nivel de Servicio C Pág. 20
Figura N° 9: Nivel de Servicio D Pág. 21
Figura N° 10: Nivel de Servicio E Pág. 21
Figura N° 11: Nivel de Servicio F Pág. 22
Figura N° 12: Construcción de una vía de pavimento Pág. 46
Figura N° 13: Construcción de una vía de pavimento Pág. 47
Figura N° 14: Agrietamientos superficiales Pág. 48
Figura N° 15: Agrietamientos profundos Pág. 48
Figura N° 16: Piel de cocodrilo Pág. 49
Figura N° 17: Rehabilitación con concreto asfáltico Pág. 49
Figura N° 18: Grietas de esquina Pág. 50
Figura N° 19: Grietas diagonales Pág. 51
Figura N° 20: Grietas longitudinales Pág. 51
Figura N° 21: Grietas de restricción Pág. 52
Figura N° 22: Grietas transversales Pág. 52
Figura N° 23: Deformaciones Pág. 53
Figura N° 24: Baches Pág. 53
Figura N° 25: Descascaramientos Pág. 54
Figura N° 26: Escamaduras Pág. 54

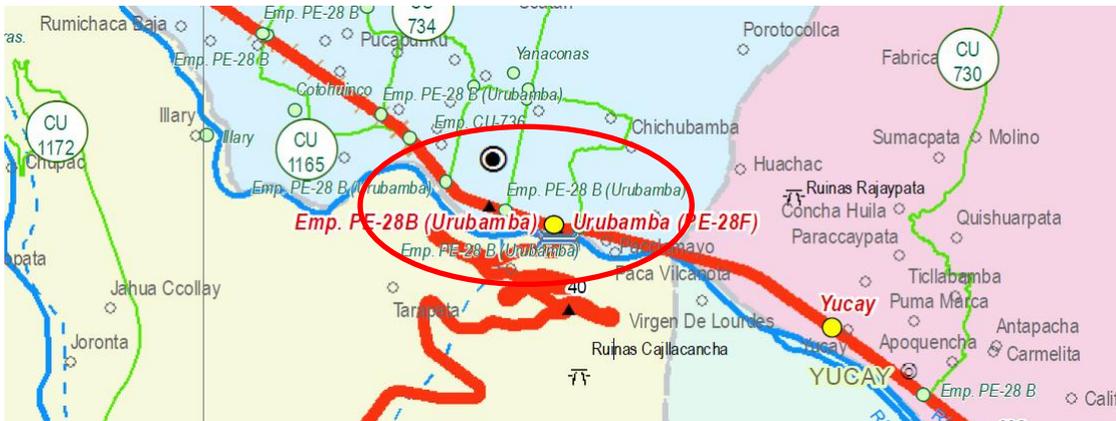
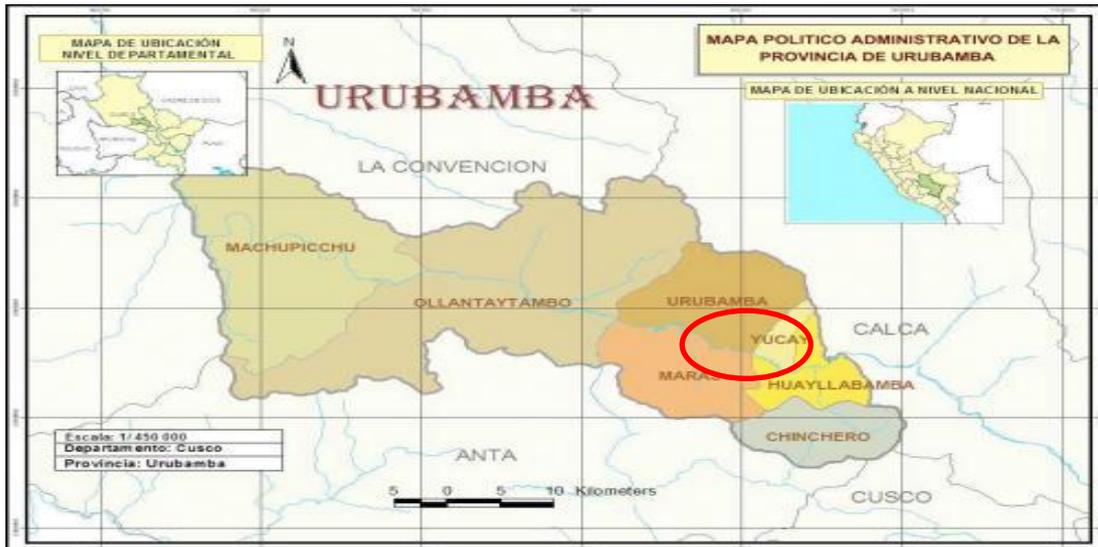


Figura N° 27: Diseño de la investigación Pág. 104
Figura N° 28: Avenida Ferrocarril Tramo 02 Pág. 105
Figura N° 29: Avenida Ferrocarril Tramo 01 Pág. 105
Figura N° 30: Interseccion Ferrocarril – Mariscal Pág. 106
Figura N° 31: Inicio de avenida Ferrocarril tramo 01 Pág. 107
Figura N° 32: Fin de avenida Ferrocarril tramo 03 Pág. 107
Figura N° 33: Resumen en croquis Pág. 179
Figura N° 34: Resumen en croquis Pág. 181



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

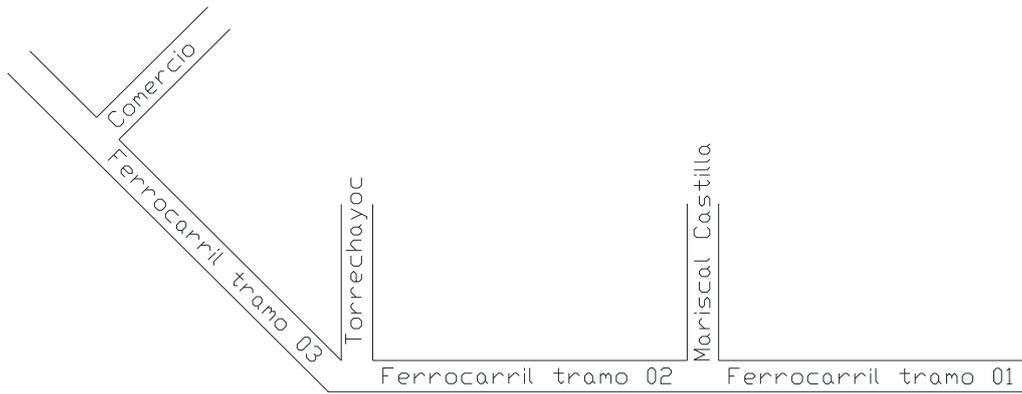
FIGURA N°03: Ubicación Urubamba



Fuente: Propia.

FIGURA N°04: Croquis del área de estudio.





Fuente: Elaboración propia.

La zona de estudio para fines de la investigación, se ubica en:

- Departamento de Cusco.
- Provincia de Urubamba.
- Distrito de Urubamba.
- Localidad de Urubamba.

Y limitaremos el estudio a las PRINCIPALES VIAS Y PRINCIPALES INTERSECCIONES de la localidad de Urubamba, que son las siguientes:

- Avenida Ferrocarril Tramo 1(PE 28B). Longitud:1156.2metros.
- Avenida Ferrocarril Tramo 2(PE 28B). Longitud:624.5metros.
- Avenida Ferrocarril Tramo 3(PE 28B). Longitud:658.2metros.
- Avenida Torrechayoc. Longitud:359.7metros.
- Jirón Comercio. Longitud: 234.6metros.
- Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla.
- Intersección Ferrocarril – Torrechayoc.
- Intersección Ferrocarril – Comercio.

La zona de estudio cuenta con una variedad de superficies de rodadura, entre las cuales se observan:

- Pavimentos rígidos y pavimentos flexibles.

Algunos tramos de la red vial no funcionan de forma adecuada, tal problema es identificado en la localidad de Urubamba, teniendo las principales deficiencias:



- El mal estado en que se encuentran las superficies de rodadura, entre los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles de la localidad de Urubamba.
- De manera paralela, la densidad vehicular y el mal estado de las estructuras viales, sobre todo en las intersecciones, presenta un conflicto entre: “vehículo – vehículo” y “vehículo – peatón”, la primera se traduce en demoras vehiculares, choques e incumplimientos de las normas y leyes de tránsito; mientras que la segunda relación, crea accidentes que generarán distintas pérdidas, pero sobre todo ponen en riesgo la vida humana.
- Es usual encontrar embotellamientos y colas de vehículos en las intersecciones (avenida Ferrocarril – avenida Mariscal Castilla) especialmente en horas de mayor demanda de vehículos, esto sumado a la falta de mantenimiento a las vías repercute en la pérdida de tiempo en los usuarios.

Por todas las deficiencias mencionadas existen diferentes métodos para encontrar solución y/o causas a los problemas, siendo lo puntual el análisis de nivel de servicio mixto, refiriéndose a las investigaciones en el campo vehicular método de HCM 2010 (Manual de capacidad de vías) y haciendo referencia a los pavimentos el método PCI (Índice de Condición de los Pavimentos).

El Método PCI consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es muy malo, malo, regular, bueno, muy bueno o excelente.

1.1.2 Formulación interrogativa del problema:

1.1.2.1 Formulación interrogativa del problema general

- 1.- ¿Cuál es el nivel de servicio en función del flujo vehicular y el nivel de deterioro de la superficie de los pavimentos según el índice de condición



de los pavimentos de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio de la ciudad de Urubamba?

1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos

1.- ¿Cuál es el flujo vehicular presente en la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio, principales vías de la ciudad de Urubamba?

2.- ¿Cuál es el nivel de deterioro que presenta la superficie del pavimento de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio, vías principales de la ciudad de Urubamba?

3.- ¿Cuál es la capacidad vial de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio, vías principales de la ciudad de Urubamba?

1.2 Justificación e importancia de la investigación

La ciudad de Urubamba, se convirtió en uno de los puntos de mayor importancia en toda la región del Cusco, el crecimiento económico, social y cultural está en su máximo desarrollo desde hace más de 5 años y continúa creciendo.

Por esta razón, el movimiento peatonal y vehicular ha tenido un incremento sustancial a través del tiempo; la salida, llegada y el paso de las distintas empresas de transporte, entre autos, combis, buses y otros, representa volumen vehicular importante en la zona la que ocasiona un impacto crítico en las estructuras viales, como también a los conductores; por tal motivo, un tema de investigación como el presente, es de gran importancia para realizar mejores gestiones viales y darle una aplicación correcta.

Con la presente investigación, se pretende ayudar, guiar y enseñar a estudiantes e ingenieros civiles a solucionar y atender óptimamente problemas en pavimentos y la manera en la que los conductores perciben estas deficiencias, mediante una METODOLOGÍA APLICADA que identifique las fallas comunes en pavimentos, las cuantifique de manera sencilla y ordenada, determine las causas del deterioro para que en trabajos futuros se eviten fallas y en caso de mantenimiento o intervención, se le pueda dar una solución particular y eficaz.



Esta Investigación consolida y aplica conocimientos de ingeniería civil mostrando datos y resultados que al ser ordenados, evaluados y analizados serán fuente de información actual y futura, dando paso a nuevos temas de Investigación.

1.2.1 Justificación técnica

Aplicando la metodología que nos ofrece el HCM (HIGHWAY CAPACITY MANUAL- HCM2010), las aportaciones técnicas de esta investigación serán la determinación de la capacidad vial y nivel de servicio de las vías seleccionadas.

Análisis y evaluación del estado del pavimento mediante el uso de fichas técnicas, así como su posible tratamiento o intervención.

La tesis se realiza dentro del campo de la ingeniería en la rama de infraestructura vial y pavimentos.

1.2.2 Justificación social

El transportista que se moviliza por estas vías no se encuentra completamente beneficiado y satisfecho, necesita reducir sus tiempos de viaje para llegar a su destino en un menor tiempo y disminuir el estrés provocado por la congestión que se presenta en horas y días críticos. Es decir que la vía pueda brindarle un mejor servicio de transporte.

Así mismo busca beneficiar a la población en general ya que son los principales usuarios de las vías.

1.2.3 Justificación por viabilidad

Es factible porque se tiene acceso a la zona de investigación, la metodología del HCM y PCI están al alcance y disposición de cualquier interesado, las fichas técnicas se encuentran a disposición, el financiamiento requerido para realizar la investigación eficientemente está a mi alcance.

1.2.4 Justificación por relevancia

El tema de investigación es de gran importancia ya que la vía e intersecciones a estudiar son de las más transitadas en la ciudad de Urubamba, y en la que se presentan ciertos problemas de circulación. Por esta razón que al conocer el nivel de servicio y la capacidad vial propondremos respuestas, direcciones



y lineamientos que promuevan y encaminen a la solución y diseño de nuevos proyectos.

1.3 Limitaciones de la investigación

1.3.1 Limitaciones:

Esta investigación se limita a:

- Las principales vías de la localidad de Urubamba: Las 3 vías elegidas para la evaluación son las arterias más transitadas vehicular y peatonalmente, dichas vías son la avenida Ferrocarril tramo 1, avenida Ferrocarril tramo 2, avenida Ferrocarril tramo 3, avenida Torrechayoc y jirón Comercio.
- Las superficies de rodadura: Las 3 vías debían tener una estructura correspondiente a pavimentos flexibles o rígidos.
- Las principales intersecciones semaforizadas de la localidad de Urubamba: Las 3 intersecciones elegidas para la investigación son las principales.
- La evaluación de fallas es por el método superficial: Se evaluó en función a la clase de daños, severidad y cantidad y/o densidad del mismo utilizado el método PCI.
- La determinación del nivel de servicio según HCM 2010: Se hizo mediante la metodología dada por el Manual de Carreteras HCM 2010.

Durante el desarrollo de la investigación, las principales dificultades y limitaciones que se encontraron, fueron las siguientes:

- Reducida información especializada referida a los pavimentos no convencionales: La mayor información relacionada a superficie de rodadura es la de los pavimentos flexibles y pavimentos rígidos; con muy poca información y generalmente nula sobre los otros tipos de superficie.
- Inaccesibilidad a normas y manuales actualizados en idioma propio: Como es el caso del manual de carreteras HCM 2010 físico y digital.
- Poca investigación previa en la zona: Las casas, edificios, superficies de rodadura entre otras estructuras que han sido construidas partiendo del año 2005 para atrás son INFORMALES, sin profesionales ni especialistas a cargo ni a supervisión, por la misma razón, no existen informes, expedientes, planos y mucho menos investigación previa de localidad de Urubamba.

FIGURA N°05: Inicio de Avenida Ferrocarril Tramo 01

Fuente: (Propia, 2017)

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

1.-Analizar el flujo vehicular y el estado actual de la superficie de los pavimentos para determinar el nivel de servicio vehicular existente en la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio ubicadas en la ciudad de Urubamba.

1.4.2 Objetivos específicos

1.-Objetivo Específico 1: Evaluar el flujo vehicular de las principales vías de la ciudad de Urubamba.

2.-Objetivo Específico 2: Analizar el estado actual de la superficie pavimentos en las principales vías de la ciudad de Urubamba.

3.-Objetivo Específico 2: Analizar la capacidad vial de las principales vías de la ciudad de Urubamba.

1.5 Hipótesis.

1.5.1 Hipótesis general

1.-El nivel de servicio y la serviciabilidad de la carpeta de rodadura en las Av. Ferrocarril (PE 28B), Av. Torrechayoc y Jr. Comercio de la ciudad de Urubamba son inadecuados para la circulación vehicular.



1.5.2 Hipótesis específica

1.-Hipótesis específica 1: La circulación vehicular en las Avenida Ferrocarril, Avenida Torrechayoc y Jirón Comercio tendrá la característica de flujo restringido.

2.-Hipótesis específica 2: La presencia de fallas que determina el estado de la superficie del pavimento en la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio de la ciudad de Urubamba según el método PCI es malo.

3.-Hipótesis específica 3: La capacidad vial de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio de la ciudad de Urubamba es aceptable.

1.6 Definición de variables.

1.6.1. Variables independientes.

X1 - FLUJO VEHICULAR.

(Manual de Capacidad de Carreteras, 2010) Nos dice que:

Son las características y comportamiento del tránsito existente. Se puede determinar de acuerdo a la cantidad y velocidad de vehículos, el tiempo en el que recorren un tramo determinado y la facilidad de maniobra.

▪ INDICADORES

- Cantidad de vehículos.
- Velocidad de los vehículos.
- Tiempo de recorrido.
- Libertad de maniobra.

X2 - ESTADO ACTUAL DE LOS PAVIMENTOS.

(Manual de Capacidad de Carreteras, 2010) Nos dice que:

Situación estructural en la que se encuentran los pavimentos. Según el método PCI, se pueden diferenciar los estados de estas superficies en: alto, medio y bajo, mediante los tipos de fallas y la magnitud de ellas.



- INDICADORES
 - Tipos de fallas.
 - Magnitud de la falla.

X3 – CAPACIDAD VIAL.

(Manual de Capacidad de Carreteras, 2010) Nos dice que:

Es el máximo volumen de tránsito que puede pasar por un tramo de calle o carretera en un tiempo determinado con un flujo.

- INDICADORES
 - Cantidad de vehículos.
 - Infraestructura Vial.

1.6.2. Variables dependientes.

Y1 – NIVEL DE SERVICIO.

(Manual de Capacidad de Carreteras, 2010) Nos dice que:

Rango normado para categorizar el flujo vehicular. Usando la metodología dada por el HCM2010 según la cantidad, velocidad y tipos de vehículos que transitan por la zona, el tiempo de recorrido en un tramo específico, la libertad de maniobra y según los tipos y magnitudes de las fallas existentes en las vías de estudio.



▪ INDICADORES

- Cantidad de vehículos.
- Velocidad de los vehículos.
- Tipos de vehículos.
- Tiempo de recorrido.
- Libertad de maniobra.
- Tipos de fallas.
- Magnitud de fallas.

1.6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES							
TIPO DE VARIABLE	DENOMINACIÓN DE LA VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSION	NIVEL	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA DEL INDICADOR	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DEL INDICADOR Y HERRAMIENTAS
Independiente X1	Flujo Vehicular.	Características y comportamiento del tránsito	- Eficiencia en el tránsito	- Circulación libre - Circulación estable - Circulación inestable.	- Cantidad de Vehículos. - Velocidad de los Vehículos. - Tiempo de recorrido. - Libertad de Maniobra.	- Veh/h. - Km/h. - Seg. - Escala: libre, normal, restringida.	- Guía de Observación de campo - Cronómetro
Independiente X2	Estado de los Pavimentos.	Situación en la que se encuentran los pavimentos	- Calidad del pavimento	- Bajo - Medio - Alto.	- Tipos de fallas. - Magnitud de la falla.	- Características de la falla. - Escala: alta, media y baja - PCI (0-100)	- Guía de Observación de campo - Wincha - regla.
Independiente X3	Capacidad Vial	Cantidad de vehículos por hora que pasan por un punto.	- Cantidad de vehículos por hora.	- Normal - Colapso	- Cantidad de vehículos. - Infraestructura Vial.	- Veh/h. - Km/h.	- Guía de Observación de campo - Cronómetro
Dependiente Y1	Nivel de Servicio.	Rango normado para categorizar el flujo vehicular.	- Eficiencia y comodidad del conductor	- A - B - C - D - E	- Tipos de Vehículos. - Cantidad de Vehículos. - V/HMD - Velocidad de flujo libre	- Veh/h. - Km/h.	- Guía de Observación de campo - Wincha

Tabla N° 01: Cuadro de Operacionalización de variables.
FUENTE: Elaboración Propia.

1.6.4. CUADRO DE MATRIZ DE CONSISTENCIA.

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	NIVEL	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>PROBLEMA GENERAL.</p> <p>1. ¿Cuál es el nivel de servicio en función del flujo vehicular y el nivel de deterioro de la superficie de los pavimentos según el índice de condición de los pavimentos de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio de la ciudad de Urubamba?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>1. ¿Cuál es el flujo vehicular presente en las principales vías de la ciudad de Urubamba?</p> <p>2. ¿Cuál es el nivel de deterioro que presenta la superficie del pavimento de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio, vías principales de la ciudad de Urubamba?</p> <p>3. ¿Cuál es la capacidad vial de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio, vías principales de la ciudad de Urubamba?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL.</p> <p>1. Analizar el flujo vehicular y el estado actual de la superficie de los pavimentos para determinar el nivel de servicio vehicular existente en la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio ubicadas en la ciudad de Urubamba.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>1. Evaluar el flujo vehicular de las principales vías de la ciudad de Urubamba.</p> <p>2. Analizar el estado actual de la superficie pavimentos en las principales vías de la ciudad de Urubamba.</p> <p>3. Analizar la capacidad vial de las principales vías de la ciudad de Urubamba.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL.</p> <p>1. El nivel de servicio y la serviciabilidad de la carpeta de rodadura en las Av. Ferrocarril (PE 28B), Av. Torrechayoc y Jr. Comercio de la ciudad de Urubamba serán inadecuados para la circulación vehicular.</p> <p>SUB HIPÓTESIS:</p> <p>1. La circulación vehicular en las Avenida Ferrocarril, Avenida Torrechayoc y Jirón Comercio tendrá la característica de flujo restringido.</p> <p>2. La presencia de fallas que determina el estado de la superficie del pavimento en la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio de la ciudad de Urubamba según el método PCI es malo.</p> <p>3. La capacidad vial de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio de la ciudad de Urubamba es aceptable.</p>	<p>- Eficiencia en el tránsito</p> <p>- Calidad del pavimento</p> <p>- Eficiencia y comodidad del conductor</p> <p>- Capacidad de las vías.</p>	<p>INDEPENDIENTES.</p> <p>X1: Flujo Vehicular existente.</p> <p>X2: Estado actual de los pavimentos.</p> <p>DEPENDIENTES.</p> <p>Y1: Nivel de Servicio.</p>	<p>- Cantidad de Vehículos.</p> <p>- Velocidad de los Vehículos.</p> <p>- Tiempo de recorrido.</p> <p>- Libertad de Maniobra.</p> <p>- Tipos de fallas.</p> <p>- Magnitud de la falla:</p> <p>- Bajo</p> <p>- Medio</p> <p>- Alto</p> <p>- Nivel de Servicio A - F.</p> <p>- Condición de la carpeta de rodadura.</p> <p>- Tipos de Vehículos.</p> <p>- Cantidad de Vehículos</p>	<p>- Guía de observación.</p>

TABLA N° 02: Matriz de Consistencia.
FUENTE: Elaboración Propia.



CAPÍTULO II: MARCO TEORICO



CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS.

2.1.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS A NIVEL NACIONAL.

2.1.1.1. Trabajo de Investigación N°01.

Universidad Andina del Cusco – 2013

Título : “Análisis de la capacidad y niveles de servicio en las vías principales de acceso a la ciudad del Cusco: Cusco - Saylla y Poroy – Cusco.”.

Autores : Mayhuire Gutiérrez, José Andrés.

Yauri Ccama, John Yuri.

Los investigadores analizan la capacidad y el nivel de servicio aplicando dos métodos diferentes, el método HCM 2010 e INVIAS 1996, con los cuales llegaron a determinar que los tramos I y II corresponden al nivel de servicio de categoría “D”.

Se pudo obtener información sobre capacidad y niveles de servicio así como los formatos utilizados.

2.1.1.2. Trabajo de Investigación N°02.

Universidad Andina del Cusco – 2014

Título : “Evaluación planteamiento de optimización de la capacidad vial, congestión vehicular y análisis del flujo vehicular en las principales intersecciones semaforizadas del centro histórico del distrito de Santiago y avenidas aledañas al mercado San Pedro”

Autores : Noel Molina Navarrete.



El investigador propone un orden metodológico para evaluar la capacidad vial, congestión vehicular y análisis del flujo vehicular, y luego de realizar un análisis, plantea un proceso de optimización en las principales intersecciones semaforizadas del centro histórico del distrito de Santiago y avenidas aledañas al mercado San Pedro.

Se tomo como referencia el procedimiento, así como las definiciones de la capacidad de las intersecciones semaforizadas, guía para el cálculo de capacidad vial y congestión vehicular.

2.1.1.3. Trabajo de Investigación N°03.

Título : “Análisis para la determinación del nivel de servicio y demora en intersecciones viales semaforizadas”

AUTOR : Ing. Gonzalo A. Ramírez Vélez

AÑO : Lima, 2004

UNIVERSIDAD: Universidad Nacional de Ingeniería

El procedimiento que se presenta en este trabajo hace referencia a la capacidad, nivel de servicio de las aproximaciones que conforman las intersecciones, y el nivel de servicio de la intersección como un todo. La capacidad es evaluada en términos de la relación de la tasa de flujo de demanda (volumen) y la capacidad, es decir la relación volumen/capacidad, mientras que el nivel de servicio es evaluado basándose en el promedio de demora por vehículo (segundos por vehículo).

Se tomo de guía las guías de observación para los conteos, la metodología y referencia del procedimiento del nivel de servicio.



2.1.2. ANTECEDENTES DE LA TESIS A NIVEL INTERNACIONAL.

2.1.2.1. Trabajo de Investigación N°01.

Pontifica Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia - 2006

Título : “Planteamiento de soluciones al problema de congestión vehicular y peatonal en el tramo comprendido en la carretera 7 entre calles 39 y 45”.

Autores : Eduardo Mario Correa Zúñiga

Sergio Julio Valencia Moreno.

Se observó según análisis realizado que los niveles de servicio y las demoras presentadas en las intersecciones semaforizadas no son aceptables. Los investigadores proponen soluciones a partir de los problemas generados de la congestión vehicular y peatonal en las intersecciones semaforizadas estudiadas, evaluando parámetros de tiempo y velocidad.

Se tomo como referencia la idea planteada de hallar un promedio de nivel de servicio de intersecciones semaforizadas en base al nivel de servicio vehicular y peatonal.

2.2. ASPECTOS TEORICOS PERTINENTES.

2.2.1. NIVEL DE SERVICIO.

(Manual de Capacidad de Carreteras, 2010) Nos dice que:

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio, que es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los conductores y/o pasajeros.

Estas condiciones se describen en términos de factores tales como velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

Dicho manual, ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor.

El HCM 2010 ha creado una medida cualitativa para definir los diferentes tipos o capacidades de servicio que tiene una vía a los cuales se denomina niveles de servicio (LOS).

2.2.1.1. Clasificación de los Niveles de Servicio.

2.2.1.1.1. El Nivel A:

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El Nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.



NIVEL DE SERVICIO A

FIGURA N°06: Nivel de Servicio A
FUENTE: (Manual de Capacidad de Carreteras, 2010)

2.2.1.1.2. El Nivel B:

Corresponde a una circulación estable, es decir, que no se producen cambios bruscos en la velocidad, aunque ya comienza a ser condicionada por los otros vehículos, pero los conductores pueden mantener velocidades de servicio razonables, y en general eligen el carril por donde circulan. Los límites inferiores de velocidad e intensidad que define a este nivel son análogos a los normalmente utilizados para el dimensionamiento de carreteras rurales.

FIGURA N°07: Nivel de Servicio B
FUENTE: (Manual de Capacidad de Carreteras, 2010)



NIVEL DE SERVICIO B

2.2.1.1.3. El nivel C:

Corresponde también a una circulación estable, pero la velocidad y la maniobrabilidad están ya considerablemente condicionadas por el resto del tráfico. Los adelantamientos y cambios de carril son más difíciles, aunque las condiciones de circulación son todavía muy tolerables. El límite inferior de velocidad, que define este nivel coincide en general con el que se recomienda para el dimensionamiento de arterias urbanas.

FIGURA N°08: Nivel de Servicio C
FUENTE: (Manual de Capacidad de Carreteras, 2010)



NIVEL DE SERVICIO C

2.2.1.1.4. El nivel D:

Corresponde a situaciones que empiezan a ser inestables, es decir, en que se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad, y la maniobrabilidad de los conductores, está ya muy restringida por el resto del tráfico. En esta situación unos aumentos pequeños de la intensidad obligan a cambios importantes en la velocidad. Aunque la conducción ya no resulte cómoda, esta situación puede ser tolerable durante períodos no muy largos y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo.

FIGURA N°09: Nivel de Servicio D
FUENTE: (Manual de Capacidad de Carreteras, 2010)



NIVEL DE SERVICIO D

Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

2.2.1.1.5. El nivel E:

Supone que la intensidad de tráfico es ya próxima a la capacidad de la vía. Las detenciones son frecuentes, siendo inestables o forzadas las condiciones de circulación. El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los Niveles de comodidad y

FIGURA N° 10: Nivel de Servicio E
FUENTE: (Manual de Capacidad de Carreteras, 2010)



NIVEL DE SERVICIO E

conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

2.2.1.1.6. El Nivel F:

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.

FIGURA N°11: Nivel de Servicio F
FUENTE: (Manual de Capacidad de Carreteras, 2010)



NIVEL DE SERVICIO F

2.2.1.2. Factores que afectan la Capacidad.

Las características de la mayor parte de las vías urbanas y rurales, y el tráfico que las utiliza difieren más o menos de las que se consideran ideales desde el punto de vista de capacidad. Por ello es preciso aplicar una serie de factores de corrección para tener en cuenta la forma en que afectan la capacidad las diferencias que existen entre las circunstancias reales y las teóricas ideales. A veces, estos factores son a su vez función del nivel de servicio que se pretende.

Unos factores se refieren a las vías en sí y otros a las características del tráfico, aunque no siempre son independientes, como por ejemplo en el caso de la influencia de las pendientes y de la proporción de camiones que utiliza una determinada vía.

2.2.1.2.1. Factores que se refieren a las características de las vías.

2.2.1.2.1.1. Ancho de carriles.

El ancho ideal de un carril es de 3.50 m. Si es menor, en carreteras de dos carriles, el adelantamiento es algo más difícil y la maniobra suele ocupar durante más tiempo el carril destinado al tráfico que circula en sentido opuesto; en calzadas de varios carriles un porcentaje mayor de vehículos ocupa parte de los carriles adyacentes.

A continuación, se presenta una tabla que relaciona el ancho del carril con el porcentaje (%) de capacidad.

TABLA N°03

Relación del ancho del carril con el porcentaje de capacidad

Ancho del Carril (m)	% de la capacidad con carriles de 3.50 m	
	Carreteras de dos carriles	Vías de 4 o más carriles
3.50	100	100
3.30	88	97
3.00	81	91
2.70	76	81

FUENTE: Highway Capacity Manual- HCM 2010

2.2.1.2.1.2. Obstáculos laterales a la calzada y ancho de bermas.

Cualquier obstáculo lateral a la calzada próximo al borde, excepto un bordillo montable de 15 cm, produce cierto efecto de estrechamiento. Un ejemplo de la influencia de los obstáculos laterales, se recoge de la tabla siguiente, para carreteras de dos carriles. En la práctica estos coeficientes se engloban en otros que reflejan conjuntamente el ancho de los carriles y que se dan al definir los niveles de servicio de los distintos tipos de vías.

TABLA N°04: Relación del ancho de dos carriles con el porcentaje de capacidad

Distancia al obstáculo desde el borde de la calzada (a ambos lados) (m)	Ancho efectivo de dos carriles de 3.50 m	Capacidad de una vía de dos carriles de 3.50 m %de la capacidad ideal
1.80	7.00 m	100
1.50	6.60 m	92
0.60	6.00 m	83
0	5.10 m	72

FUENTE: Highway Capacity Manual- HCM 2010.

Es fundamental la existencia de bermas que permitan situar fuera de la calzada los vehículos que hayan de detenerse momentáneamente, que no solo anulan un carril, si no que reducen la capacidad del carril adyacente por la existencia del obstáculo lateral que representa el vehículo detenido.

2.2.1.2.1.3. Carriles auxiliares.

Además de los carriles principales en una calzada, muchas veces la existencia de carriles auxiliares mejora las condiciones de capacidad, por que eliminan de la calzada principal obstáculos y dificultades de circulación. Es el caso de carriles de aceleración o desaceleración, carriles para ciertos movimientos de giro, carriles auxiliares en los tramos de trenzado y carriles para tráfico pesado.

2.2.1.2.1.4. Estado del pavimento.

Un pavimento deficiente reduce considerablemente la capacidad y es incompatible con los niveles de servicio elevados. Sin embargo, no es normal que en las calzadas donde las intensidades de tráfico son tan altas que llega a preocupar su falta de capacidad, el pavimento no permita circular a 40 o 50 km/h velocidades a las que se alcanza la máxima capacidad.



2.2.1.2.1.5. Trazado.

Las características del trazado tienen una influencia considerable en la velocidad de servicio y por tanto, en el nivel de servicio. En cuanto a su influencia en la capacidad no es importante ya que las velocidades que corresponden a intensidades del orden de la capacidad, son bajas.

2.2.1.2.1.6. Pendientes.

El efecto de las pendientes está muy ligado al tráfico pesado. Desde el punto de vista de la capacidad, la pendiente solo tiene efectos favorables cuando obliga a reducir la velocidad de los camiones por debajo de 50 km/h a cuya velocidad se alcanza aproximadamente la máxima capacidad. El efecto sobre la velocidad de servicio se produce mucho antes y por tanto la pendiente influye considerablemente en los niveles de servicio, cuando el porcentaje de vehículos pesados es apreciable. En carreteras de dos carriles, el efecto de la pendiente suele ir acompañado por el también desfavorable de una reducción de la visibilidad de adelantamiento. Por ello muchas veces es conveniente el establecimiento de carriles lentos para los camiones.

2.2.1.2.2. Factores que se refieren al tráfico

2.2.1.2.2.1. Camiones.

Cualquier camión influye desfavorablemente en la capacidad, es decir, en el número total de vehículos/hora que pueden pasar por un tramo. Cada camión desplaza un cierto número de vehículos ligeros, cuyo número, que depende de circunstancias de cada caso, se representa por un coeficiente de equivalencia.

2.2.1.2.2.2. Autobuses.

Los autobuses influyen desfavorablemente en la capacidad de forma análoga, aunque menos acusada, que los camiones.



Factores medios de equivalencia de distintos tipos de vehículos en función de la clase de vía que utilizan.

TABLA N°05: Factores de equivalencia

Tipo de vehiculo	Rurales	Urbanas	Tramos de trenzado	Intersecciones con semáforos
Coches	1	1	1	1
Camiones medios	3	1.75	2.8	1.75
Camiones pesados	3	2.5	2.8	1.75
Autobuses	3	3	2.8	2.25
Motos	1	0.75	0.75	0.33
Bicicletas	0.5	0.33	0.5	0.2

FUENTE: Research on road traffic

2.2.1.2.2.3. Distribución del tráfico en los carriles de una calzada.

La intensidad de tráfico en cada uno de los carriles de una calzada de autopista o arteria principal, no es la misma. Cuando se llega a situaciones próximas a la saturación, en una autopista con calzada de tres carriles, son típicas intensidades de 1700 vehículos/hora en el carril derecho, 2100 en el carril central y de 2200 en el carril izquierdo. En general se suelen usar los carriles izquierdos, sobre todo en los niveles de servicio más altos.

2.2.1.2.2.4. Variación de la intensidad de tráfico dentro de una hora.

Las cifras de capacidad normalmente se refieren a intensidades horarias, aunque la intensidad de tráfico no es uniforme durante los 60 minutos de una hora. Con intensidades elevadas, las puntas acusadas dentro de la hora pueden reducir la capacidad horaria total. Para valorar este efecto, el manual de capacidad considera un factor de hora punta, que se determina en las autopistas por la relación entre el tráfico que pasa durante una hora y 12 veces el tráfico que pasa en 5 minutos de mayor intensidad. Para carreteras rurales hay menos experiencias en la valoración de este fenómeno, que además no interesa tanto, generalmente porque en ellas no es frecuente que las intensidades de tráfico alcancen valores próximos a la capacidad



2.2.1.2.2.5. Interrupciones de circulación.

Cuando los vehículos están detenidos por cualquier interrupción, no es normal que puedan luego moverse a un ritmo superior a 1500 vehículos por carril. Como en condiciones de circulación continua la capacidad es de 2010 vehículos/hora es evidente que una brusca interrupción del tráfico, aunque sea corta, puede producir colas, ya que origina una disminución importante de la capacidad.

2.2.1.3. Definiciones.

Las siguientes definiciones son comúnmente usadas en ingeniería de tránsito:

2.2.1.3.1. Volumen.

Cantidad de vehículos que pasa sobre una sección de vía durante un periodo de tiempo.

2.2.1.3.2. TPDA o VDPA o IMDA.

Volumen diario promedio anual

$$VDPA = (\text{Volumen Anual Total}) / 365$$

2.2.1.3.3. TPDS o VDPS.

Volumen promedio diario semanal

$$VDPS = (\text{Volumen semanal}) / 7$$

2.2.1.3.4. VDP.

Volumen diario promedio

$$VDP = \text{Volumen Total en "N" días} / N$$

**2.2.1.3.5. Volumen en hora de máxima demanda.**

Es la cantidad de vehículos que pasa sobre una sección de vía durante 60 minutos consecutivos.

2.2.1.3.6. VHDD.

Volumen Horario Direccional de Diseño

$$VHDD = VDPA \times K \times D$$

Donde:

K = % de VDPA en la hora de máxima demanda

D = % de volumen en la hora de máxima demanda en la dirección más marcada.

2.2.1.3.7. Tasa de flujo.

Expresión horaria de la cantidad de vehículos que pasa por una sección de vía por un periodo menor a una hora

2.2.1.3.8. Factor de la hora de máxima demanda.

Relación del volumen de la hora de máxima demanda a la tasa de volumen máxima dentro de la hora pico

$$FHMD = (\text{Volumen en la hora de máxima demanda}) / (4 \times \text{Volumen Máximo 15 min.})$$

2.2.1.3.9. Velocidad.

Tasa de movimiento del tránsito

2.2.1.3.10. Velocidad de punto.

Velocidad a la cual un vehículo pasa un punto en la vía.

**2.2.1.3.11. Velocidad de marcha.**

Distancia total recorrida dividida por el tiempo requerido en recorrerla.

2.2.1.3.12. Velocidad de marcha promedio.

Distancia total recorrida por todos los vehículos en el volumen de tránsito, dividida por el tiempo de viaje total para todos los vehículos.

2.2.1.3.13. Velocidad de proyecto.

Es la velocidad máxima (segura) que se puede mantener sobre un tramo específico de vía cuando las condiciones son lo suficientemente favorables para que las características de diseño de la vía gobiernen la operación del vehículo.

2.2.1.3.14. Densidad.

Cantidad de vehículos ocupando un tramo de vía en un instante dado (VPK)

2.2.1.3.15. Capacidad de vías rápidas.

Máxima tasa de volumen sostenida por 15 minutos a la cual el tránsito circula por una sección determinada en una dirección, con condiciones prevalecientes.

2.2.1.3.16. Condiciones prevalecientes.

Son las condiciones en las cuales se encuentra la arteria, afectando el volumen de vehículos. Condiciones de la vía - geometría que afecta la capacidad.

- Cantidad y ancho de los carriles de circulación.
- Obstrucciones laterales.
- Velocidades de proyecto.
- Pendientes.



- Configuración de carriles de circulación.
- Condiciones de tránsito - características de tránsito que afectan la capacidad.
- Composición de tránsito.
- Distribución de carriles de circulación.
- Características de los conductores.

2.2.1.4. Nivel de servicio proceso de cálculo.

(Manual de Capacidad de Carreteras, 2010) , propone el siguiente proceso de cálculo:

2.2.1.4.1. Caracterización.

Un segmento básico de vía puede ser caracterizado por tres medidas de eficiencia: la densidad, la velocidad media y la relación volumen a capacidad.

(Manual de Capacidad de Carreteras, 2010), Nos dice que existen carreteras de 2 carriles: Clase 1, Clase 2 y Clase 3.

Clase 1 son carreteras donde los automovilistas esperan viajar a velocidades relativamente altas. Las autopistas de dos carriles son las principales rutas interurbanas, los enlaces principales de los principales generadores de tráfico, las rutas diarias de cercanías o los principales enlaces en las redes de carreteras estatales o nacionales. instalaciones que sirven viajes de larga distancia.

Clase 2 son carreteras donde los automovilistas no necesariamente esperan viajar a altas velocidades. Las carreteras de dos carriles que funcionan como rutas de acceso a las instalaciones de Clase I, que sirven como rutas escénicas o recreativas (y no como arterias primarias), o que atraviesan terrenos accidentados (donde la operación de alta velocidad sería imposible) se asignan a la Clase II. Las instalaciones de clase II a menudo sirven viajes relativamente cortos, la parte inicial o final

de viajes más largos, o viajes para los cuales la visita turística juega un papel importante.

Clase 3 son carreteras que sirven áreas moderadamente desarrolladas. Pueden ser porciones de una carretera de Clase I o Clase II que pasa a través de pequeñas ciudades o áreas recreativas desarrolladas. En dichos segmentos, el tráfico local a menudo se mezcla con el tránsito y la densidad de los puntos de acceso no señalizados en el camino es notablemente más alta que en un área puramente rural. Las carreteras de Clase III también pueden ser segmentos más largos que pasan a través de áreas recreativas más extensas, también con mayores densidades en el borde de la carretera. Dichos segmentos a menudo van acompañados de límites de velocidad reducidos que reflejan el nivel de actividad más alto.

TABLA N°06: Niveles de servicio para vías de dos carriles Clase I, Clase II y Clase III.

NIVEL DE SERVICIO	CLASE I		CLASE II	CLASE III
	Velocidad media de viaje (mi/h) (ATS).	% tiempo consumido en seguimiento (PTSF%)	(PTSF%)	(PTSF%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50 – 55	>35 – 50	>40 - 55	>83.3–91.7
C	>45 – 50	>50 – 65	>55 - 70	>75.0–83.3
D	>40 – 45	>65 – 80	>70 - 85	>66.7–75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010.

2.2.1.4.2. Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS).

Es la velocidad media de los vehículos livianos, medida durante flujos bajos a moderados. Se puede determinar por medición directa en campo en las horas valle donde se presenten flujos bajos o moderados, midiendo las velocidades de al menos 100 vehículos tomados indistintamente en los 2 carriles. El promedio de todas las velocidades, puede ser utilizado como la velocidad a flujo libre.

2.2.1.4.2.1. Medición directa en campo.

La velocidad a flujo libre FFS puede determinarse directamente de un estudio de velocidad dirigido en campo, en una sección representativa del segmento de vía evaluado, durante los periodos de flujo de tránsito bajo.

Si los volúmenes son mayores a 200 vehículo liviano/hora, deberá efectuarse un ajuste al volumen y calcular FFS, mediante la siguiente expresión.

$$FFS = S_{FM} + 0.0125 \left(\frac{V_f}{f_{HV}} \right)$$

Donde:

- FFS = Velocidad a flujo libre estimada (km/h).
- S_{FM} = Velocidad media del tránsito medida en campo (km/h).
- V_f = Tasa de flujo observada.
- f_{HV} = Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados.

2.2.1.4.2.2. Estimación Indirecta.

Para estimar la velocidad a flujo libre FFS, el analista debe caracterizar las condiciones de operación de la carretera en términos de una velocidad de flujo libre base BFFS, que refleje el carácter del tránsito y los alineamientos de la vía. Se puede estimar dicha velocidad de acuerdo a las condiciones de operación de vías similares.

Establecida la velocidad BFFS, se realizan los ajustes por la influencia del ancho de carril, ancho de los acotamientos y la densidad de puntos de acceso, para estimar la velocidad FFS, con la siguiente expresión:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Donde:

- FFS = Velocidad a flujo libre estimada (km/h).

- BFFS = Velocidad a flujo libre base (km/h).
- f_{LS} = Ajuste por ancho de carril y ancho de acotamiento.
- f_A = Ajuste por puntos de acceso.

TABLA N°07: Ajuste por ancho de carril y ancho de acotamiento.

ANCHO DE CARRIL (m)	REDUCCIÓN EN FFS			
	Ancho de acotamiento			
	$\geq 0.0 < 0.6$	$\geq 0.6 < 1.2$	$\geq 1.2 < 1.8$	≥ 1.8
$2.7 < 3.0$	10.3	7.7.	5.6	3.5
$\geq 3.0 < 3.3$	8.5	5.9	3.8	1.7
$\geq 3.3 < 3.6$	7.5	4.9	2.8	0.7
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0.00

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010.

TABLA N°08: Ajuste por puntos de acceso.

PUNTO DE ACCESO	REDUCCION EN FFS
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010

2.2.1.4.3. Determinación de la tasa de flujo (V_p).

Deben realizarse tres ajustes de volumen horario de demanda, con base en los conteos manuales de tránsito o en estimaciones, para así llegar a una tasa de flujo horaria expresada en vehículos equivalentes o livianos, de la siguiente manera:

$$V_{iATS} = \frac{V_i}{(PHF)(f_{HVATS})(f_{gATS})}$$

Donde:

- V_{iATS} = Tasa de flujo equivalente en 15 minutos (vehículos livianos/hora/2 sentidos).
- V_i = Volumen horario de máxima demanda en ambos sentidos.
- PHF = Factor de la hora de máxima demanda.

- $f_{HV\ ATTS}$ = Factor ajuste por presencia de vehículos pesados.
- $f_{G\ ATTS}$ = Factor de ajuste por pendiente.

El factor de ajuste por presencia de vehículos pesados, se calcula con la siguiente expresión:

$$f_{HV\ ATTS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Donde:

- $f_{HV\ ATTS}$ = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados.
- P_T = % de vehículos pesados en la corriente vehicular.
- E_T = Automóviles equivalentes a un vehículo pesado.
- P_R = % de vehículos recreacionales en la corriente vehicular.
- E_R = Automóviles recreacionales a un vehículo pesado.

TABLA N°09: Automóviles equivalentes para la determinación de velocidad vehicular.

TIPO DE VEHÍCULO	Rango vehicular en dos sentidos	Rango vehicular en una dirección	TIPO DE TERRENO	
			Plano	Inclinado
Vehículo pesado E_T	0 - 600	0 - 300	1.7	2.5
	> 600 - 1200	> 300 - 600	1.2	1.9
	> 1200	> 600	1.1	1.5
Vehículo recreativo E_R	0 - 600	0 - 300	1.0	1.1
	> 600 - 1200	> 300 - 600	1.0	1.1
	> 1200	> 600	1.0	1.1

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010

TABLA N°10: % de tiempo consumido en seguimiento.

TIPO DE VEHÍCULO	Rango vehicular en dos sentidos	Rango vehicular en una dirección	TIPO DE TERRENO	
			Plano	Inclinado
Vehículo pesado E_T	0 - 600	0 - 300	1.1	1.8
	> 600 - 1200	> 300 - 600	1.1	1.5
	> 1200	> 600	1.0	1.0
Vehículo recreativo E_R	0 - 600	0 - 300	1.0	1.0
	> 600 - 1200	> 300 - 600	1.0	1.0
	> 1200	> 600	1.0	1.0

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010

El factor de ajuste por pendiente se calcula a través de los cuadros siguientes:

TABLA N°11: Factor de ajuste por pendiente para determinar la velocidad.

TASA DE FLUJO - DOS CARRILES	TASA DE FLUJO DIRECCIONAL	TIPO DE TERRENO	
		PLANO	ONDULADO
0 - 600	0 - 300	1.00	0.71
>600 - 1200	>300 - 600	1.00	0.93
>1200	>600	1.00	0.99

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010

TABLA N°12: Factor de ajuste por pendiente - tiempo consumido en seguimiento.

TASA DE FLUJO - DOS CARRILES	TASA DE FLUJO DIRECCIONAL	TIPO DE TERRENO	
		PLANO	ONDULADO
0 - 600	0 - 300	1.00	0.77
>600 - 1200	>300 - 600	1.00	0.94
>1200	>600	1.00	1.00

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010

2.2.1.4.4. Determinación de la velocidad media de viaje (AST).

La velocidad media de viaje se estima a partir de la velocidad a flujo libre, la tasa de flujo de demanda y un factor de ajuste por el porcentaje de zonas de no rebase, mediante la siguiente ecuación:

$$ATS = FFS - 0.00776 (V_d + V_o) - f_{np\ ATS}$$

Donde:

- ATS = Velocidad media de viaje para ambas direcciones (km/h).
- FFS = Velocidad a flujo libre, estimada por medición en campo (km/h).
- V_{d-o} = Fase de flujo equivalente en 15 minutos (vehículos livianos/hora/2 sentidos).
- $F_{np\ ATS}$ = Ajuste por porcentaje de zonas de no rebase.

TABLA N°13: Ajuste por porcentaje de zonas de no rebase.

TASA DE FLUJO V_{d-o}	REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE					
	Zona de no Rebase					
	0	20	40	60	80	100
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1.0	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	2.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2.0	2.6	3.0	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2010	0.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1.0	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1.0	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010

2.2.1.4.5. Determinación del porcentaje (%) de tiempo empleado en seguimiento.

Se estima a partir de la tasa de flujo de demanda, de la distribución direccional del tránsito y del porcentaje de zonas de no rebase, de la siguiente manera:

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np} \left(\frac{V_d PTSF}{V_d PTSF + V_o PTSF} \right)$$

Donde:

- PTSF = % de tiempo empleado en seguimiento.
- BPTSF = % base de tiempo empleado en seguimiento, 2 direcc.
- $F_{d/np}$ = Ajuste por el efecto combinado de la distribución direccional del tránsito y el % de zonas de no rebase.

TABLA N° 14: Ajuste por porcentaje de la distribución direccional y zonas de no rebase.

TASA DE FLUJO V_{d-o}	AUMENTO DEL % DE TIEMPO EMPLEADO EN SEGUIMIENTO					
	Zonas de no rebase					
	0	20	40	60	80	100
DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL = 50/50						
≤ 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
400	0.0	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2010	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
3200	0.0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4
DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL = 60/40						
≤ 200	1.6	11.8	17.2	22.5	23.1	23.7
400	0.5	11.7	16.2	20.7	21.5	22.2
600	0.0	11.5	15.2	18.9	19.8	20.7
800	0.0	7.6	10.3	13.0	13.7	14.4
1400	0.0	3.7	5.4	7.1	7.6	8.1
2010	0.0	2.3	3.4	3.6	4.0	4.3
≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2
DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL = 70/30						
≤ 200	2.8	13.4	19.1	24.8	25.2	25.5
400	1.1	12.5	17.3	22	22.6	23.2
600	0	11.6	15.4	19.1	20	20.9
800	0	7.7	10.5	13.3	14	14.6
1400	0	3.8	5.6	7.4	7.9	8.3
≥ 2010	0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2
DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL = 80/20						
≤ 200	5.1	17.5	24.3	31.0	31.3	31.6
400	2.5	15.8	21.5	27.1	27.6	28.0
600	0.0	14.0	18.6	23.2	23.9	24.5
800	0.0	9.3	12.7	16.0	16.5	17.0
1400	0.0	4.6	6.7	8.7	9.1	9.5
≥ 2010	0.0	2.4	3.4	4.5	4.7	4.9
DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL = 90/10						
≤ 200	5.6	21.6	29.4	37.2	31.4	37.6
400	2.4	19.0	25.6	32.2	32.5	32.8
600	0.0	16.3	21.8	27.2	27.6	28.0
800	0.0	10.9	14.8	18.6	19.0	19.4
≥ 1400	0.0	5.5	7.8	10.0	10.4	10.7

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010

El % base de tiempo empleado en seguimiento BPTSF, se calcula como:

$$\text{BPTSF} = 100 (1 - \exp(-av_d^a))$$

2.2.1.4.6. Determinación del nivel de servicio.

El primer paso para determinar el nivel de servicio es comparar la tasa de flujo equivalente en vehículos livianos V_p , con capacidad de 3200 vehículos livianos/hora en ambos sentidos. Si el valor de V_p es mayor que la capacidad, entonces la carretera opera en sobresaturación y el nivel de servicio es F. A este nivel el porcentaje de tiempo empleado en seguimiento es casi 100% y las velocidades son muy variables y difíciles de estimar.

Cuando un segmento tiene una demanda menor que su capacidad, el nivel de servicio se determina localizando los rangos del porcentaje de tiempo empleado en seguimiento y la velocidad media de viaje, presentados en la siguiente tabla:

TABLA N°15: Niveles de servicio para vías de dos carriles, Clase I, Clase II y Clase III.

NIVEL DE SERVICIO	CLASE I		CLASE II	CLASE III
	Velocidad media de viaje (mi/h) (ATS).	% tiempo consumido en seguimiento (PTSF%)	(PTSF%)	(PTSF%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50 – 55	>35 – 50	>40 - 55	>83.3–91.7
C	>45 – 50	>50 – 65	>55 - 70	>75.0–83.3
D	>40 – 45	>65 – 80	>70 - 85	>66.7–75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2010

2.2.1.5. Componentes del tránsito

2.2.1.5.1 Usuario

Con frecuencia para establecer características de tránsito se toma en cuenta la necesidad del individuo, el cual dependiendo de su comportamiento genera problemas a ser resueltos.



Los seres humanos, como *usuarios* de los diferentes medios de transporte, son elementos primordiales del tránsito por calles y carreteras, quienes deben ser estudiados y entendidos claramente con el propósito de poder ser controlados y guiados en forma apropiada. El comportamiento del individuo en el flujo de tránsito, es con frecuencia uno de los factores que establece sus características (Rafael Cal y Mayor, 2007).

2.2.1.5.2 El peatón

Según (Rafael Cal y Mayor, 2007), se considera como peatón potencial a la población en general. Todos son llamados peatones, por ese motivo es un aspecto importante a considerar. Es importante estudiar a este debido a que es el elemento más vulnerable por estar sujeto a altos índices de niveles vehiculares.

Si se pudiera prever el volumen de peatones que va a tener cierta sección comercial de la ciudad, se partiría de esta base para proyectar el ancho de las aceras. También se puede medir la deficiencia de las aceras actuales, pues se sabe que muchas de las que se tienen en el centro comercial, son insuficientes, o que no llenan el requisito de capacidad, por lo que se pueden tomar acciones tendientes a mejorar sus condiciones.

Las velocidades de caminata de los peatones disminuyen a mitad que la densidad peatonal en las aceras aumenta. El ancho efectivo de las aceras se reduce ante la presencia del mobiliario urbano como puestos de revistas, parquímetros, hidrantes, postres de servicio o cualquier otro elemento que interfiera su uso total.

2.2.1.5.3 El ciclista

Según (Rafael Cal y Mayor, 2007), el ciclista viene a ser otro usuario importante dentro del tránsito, sea la actividad que esté cumpliendo, tiene la necesidad de desplazarse de un lugar a otro, exponiéndose ha sido vulnerable a accidentes producidos por la interacción con vehículos



motorizados, a la inseguridad por robos o atracos, a la geografía o topografía.

Por tales motivos, en las grandes ciudades se está implementando una infraestructura destinada a la libre circulación de los ciclistas, denominada Ciclo vía.

Dicho elemento tiene sus propias características de diseño, que generalmente se encuentran en función de los anchos de las vías, la velocidad del proyecto y los alineamientos verticales y horizontales.

2.2.1.5.4 El conductor

Según (Rafael Cal y Mayor, 2007), Viene a ser la persona que maniobra un vehículo en el espacio destinado para esta actividad, este elemento tiene fiel conocimiento de las partes de su automóvil, de las velocidades a las cuales se está permitido circular por ciertas avenidas. El individuo que maneja un automóvil, sin la preparación adecuada, no se da cuenta que con un simple movimiento del pedal puede ocasionar una serie de accidentes de tránsito en pocos instantes.

El conductor tiene la facultad de adaptarse a los cambios e innovaciones que se presenten, previniendo accidentes en concordancia con peatones y otros conductores debidamente preparados en educación vial.

2.2.1.5.5 Vehículo

Viene a ser uno de los elementos más importantes en el análisis de tránsito debido a su crecimiento constante y a su elevada cantidad.

2.2.1.6 Características del Tránsito

2.2.1.6.1 Volumen

Según (Loaiza, 2005), el volumen de tránsito se define como el número de vehículos que pasan por un punto a lo largo de una carretera o de un carril durante una unidad de tiempo determinado. La cantidad de flujo de tránsito, el volumen, se mide normalmente en unidades de vehículos por día, vehículos por hora, vehículos por minuto, etc.

- **Volúmenes de tránsito Absolutos o totales**

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

- Tránsito Anual (TA)

Número total de vehículos que pasan durante un año

- Tránsito mensual (TM)

Número total de vehículos que pasan en un mes

- Tránsito semanal (TS)

Número total de vehículos que pasan durante una semana

- Tránsito Diario (TD)

Número total de vehículos que pasan durante un día

- Tránsito Horario (TH)

Número total de vehículos que pasan durante una hora

- Tránsito en un período inferior a una hora

Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora.



2.2.1.6.2 Capacidad Vial.

El HCM 2010, Nos dice que:

La Capacidad se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una autopista o calle. De manera particular, 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 tránsito y de los dispositivos de control.

El intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de Capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que éste es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable. Como se sabe, que el volumen en 15 minutos así obtenido es convertido a tasa de flujo horaria, entonces la Capacidad de un sistema vial, es la tasa máxima horaria

2.2.1.7 Intersecciones a nivel

(DG - 2013, 2014) Es una solución de diseño geométrico a nivel, para posibilitar el cruzamiento de dos o más carreteras o con vías férreas, que contienen áreas comunes o compartidas que incluyen las calzadas, con la finalidad de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos necesarios de cambios de trayectoria.

Las intersecciones a nivel son elementos de discontinuidad, por representar situaciones críticas que requieren tratamiento específico, teniendo en consideración que las maniobras de convergencia, divergencia o cruce no son usuales en la mayor parte de los recorridos.

Las intersecciones, deben contener las mejores condiciones de seguridad, visibilidad y capacidad, posibles.

(REVEDU, 1998) Se considerarán como intersecciones los empalmes, cruces o encuentros al mismo nivel de dos o más vías. Tales situaciones

se producen sobre una superficie que debe ser diseñada de modo de permitir, a una cantidad y composición determinada de vehículos, en la forma más expedita y segura posible, parte o la totalidad de los movimientos origen-destino que sean teóricamente factibles de acuerdo al número de vías que confluyen y al número de sentidos permitidos en cada una de ellas.

La configuración básica de cada una de ellas: tipo de dispositivo y número de pistas destinadas a cada movimiento considerado, se resuelve a partir del esquema de servicio (oferta) con el cual se pretende satisfacer una demanda predeterminada. (REVEDU, 1998)

Las intersecciones son elementos de discontinuidad en cualquier red vial, por lo que representan situaciones críticas que hay que tratar específicamente, ya que las maniobras de convergencia, divergencia o cruce no son usuales en la mayor parte de los recorridos. (Loaiza, 2005)

Tanto en las intersecciones como en las vías, pero con mayor razón en las intersecciones, se trata de obtener condiciones óptimas de seguridad y capacidad, dentro de posibilidades físicas y económicas limitadas. (Loaiza, 2005)

2.2.1.8 Semaforización

(MTC, 2000) Los semáforos son dispositivos de control mediante los cuales se regula el movimiento de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad de control.

Los semáforos se usarán para desempeñar, entre otras, las siguientes funciones:

- a) Interrumpir periódicamente el tránsito en una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular o peatonal.
- b) Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.



- c) Controlar la circulación por canales.
- d) Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
- e) Proporcionar un ordenamiento del tránsito.

2.2.1.8.1 Semáforos para el control del tránsito de vehículos

Los semáforos para el control del tránsito de vehículos se clasifican de la siguiente forma según el manual de dispositivos de control de tránsito. (Ministerios de Transporte y Comunicaciones, 2016)

Semáforos fijos o pre sincronizados

Son aquellos que cuentan con una programación de intervalos y secuencia de fases preestablecidos no accionados por el tránsito vehicular. El programa que rige sus características de operación tales como duración del ciclo, desfase, y otros, pueden ser modificados.

Semáforos sincronizados por el tránsito

Son aquellos cuyo funcionamiento es sincronizado en todos los accesos a una intersección, en función a las demandas del flujo vehicular y disponen de medios (detectores de vehículos y/o peatones) para ser accionados por éste.

Semáforos adaptados al tránsito

Denominados también Semáforos Inteligentes, son aquellos cuyo funcionamiento es ajustado continua y automáticamente en todos los accesos a una intersección, de acuerdo a la información sobre el flujo vehicular que colectan los detectores de tráfico y envían la información sobre la secuencia de fases, intervalos de fases, ciclos y/o desfases, a una Estación Central o Control Maestro. (Ministerios de Transporte y Comunicaciones, 2016).



2.2.1.8.2 Semáforos para pasos peatonales

Los semáforos para peatones son señales de tránsito instaladas para el propósito exclusivo de dirigir el tránsito de peatones en intersecciones semaforizadas.

2.2.2. PAVIMENTO.

El Ingeniero Oswaldo D. Centeno (CENTENO, 2010), define:

“El pavimento, es una estructura formada por una o más capas de material pétreo tratado, cuya función es la de proporcionar al usuario un tránsito cómodo, seguro y rápido, al costo más bajo posible”.

2.2.2.1 Pavimentos flexibles.

Los pavimentos de asfalto pueden ser de varios tipos según el proceso constructivo que está asociado a la calidad de los materiales utilizados, son conocidos los tratamientos bicapa, las emulsiones y el que mejores resultados ha dado y por ende el más conocido es el de carpeta asfáltica en caliente. (CENTENO, 2010)

Este tipo de superficie de rodadura es una mezcla de agregados gruesos y finos con cementante asfáltico que se prepara y dosifica a altas temperaturas en una planta cercana al lugar de colocación y se esparce en una capa uniforme sobre la base previamente nivelada y compactada utilizando un equipo mecánico especial (esparcidora), que mantiene su temperatura. Existen otras modalidades de conformar un pavimento de asfalto pero con el procedimiento de carpeta en caliente se obtienen los mejores resultados, más duraderos y confiables para proyectos de cierta envergadura. (CENTENO, 2010)

Los pavimentos flexibles transmiten al suelo mayores esfuerzos por lo que requieren estar colocados sobre capas de base y sub base de mayor dimensión (espesor) que los otros tipos de pavimentos, por esta razón suelen ser más costosos en zonas de suelos de baja resistencia. (CENTENO, 2010)

Por estas razones son muy convenientes para su uso en carreteras o en vías urbanas de gran longitud. Para el presente proyecto se tienen los inconvenientes de que la zona es de poca pendiente y tiene tendencia a saturarse en temporada de lluvias por lo que la resistencia de los suelos baja considerablemente, las longitudes de vías vehiculares a pavimentar son de cortas por lo que los costos e inconvenientes de movilizar los equipos de pavimentación son altos por lo que se desestima esta alternativa para el proyecto. (CENTENO, 2010)

FIGURA N°12

Construcción de una vía de Pavimento Flexible



FUENTE: Anónima.

Son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto por una delgada capa de mezclas asfálticas, colocada sobre capas de base y sub-base, generalmente granulares. (CENTENO, 2010)

2.2.2.2 Pavimentos rígidos.

Consiste en una losa de concreto de espesor considerable que, por su rigidez y su alto módulo de elasticidad, distribuye las cargas de tránsito sobre áreas relativamente extensas del suelo subyacente, por lo que la mayor parte de la capacidad estructural del pavimento es provista por la misma losa. Las capas de base, a menudo llamadas sub-bases, se utilizan para prevenir la surgencia (pumping - bombeo) del material de sub rasante por las juntas, para controlar la acción de heladas, proveer drenaje, disminuir las retracciones y entumecimiento de la sub rasante.

Los pavimentos de concreto tienen muy buenas cualidades estructurales y tienen ventajas para vías sobre suelos poco competentes, tráfico pesado o tramos de poca longitud en fuerte pendiente y en zonas urbanas. Por estas razones en el presente proyecto toma mucha importancia considerar a este tipo de pavimento.

FIGURA N°13: Construcción vía de Pavimento Rígido



FUENTE: Anónimo.-

2.2.3. FALLAS DE PAVIMENTOS.

El Ingeniero José Heredia y Asociados (2009), nos dice:

2.2.3.1 Falla de pavimentos flexibles.

2.2.3.1.1. Falla de pavimento superficial:

Fallas o agrietamientos superficiales tipo piel de cocodrilo. Corresponden a agrietamientos de la carpeta de rodamiento, que, en casos simples, no se manifiestan con hundimientos o desplazamientos de las capas que conforman la estructura del pavimento (ver figura N°14). Este tipo de falla permite la percolación o infiltración de gran cantidad de agua en la base del pavimento y por esta razón la falla progresa rápidamente



FIGURA N°14: Agrietamientos Superficiales
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.1.2. Falla de pavimento profundo:

Fallas o agrietamientos profundos con marcas tipo piel de cocodrilo, asociados a hundimientos por deformación de uno o más componentes de la estructura del pavimento (ver figura No. 15). La presencia de este tipo de falla implica un bacheo profundo y en casos extremos hay que restituir la estructura del pavimento.



FIGURA N°15: Agrietamientos Profundos
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.1.3. Falla de pavimento piel de cocodrilo:

Falla o agrietamiento profundo con grietas del tipo piel de cocodrilo, hundimientos y desplazamientos laterales del pavimento. Esta falla está asociada en todos los casos con excesiva plasticidad de uno de los componentes del pavimento, bien sea la base granular, la sub



FIGURA N° 16: Piel de Cocodrilo
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTOFLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

base o el terreno de fundación. La plasticidad de cualquier material es más determinante en la falla mientras más humedad hay presente en el suelo.

2.2.3.1.4. Falla de pavimento reflejo de juntas:

Reflejo de juntas y grietas por repavimentaciones con materiales de diferentes comportamientos reológico. Esto es muy frecuente cuando se colocan pavimentos de concreto rígido o reparaciones de tuberías, acueductos, cloacas o gaseoductos donde antes de colocar la carpeta flexible se repara con concreto.

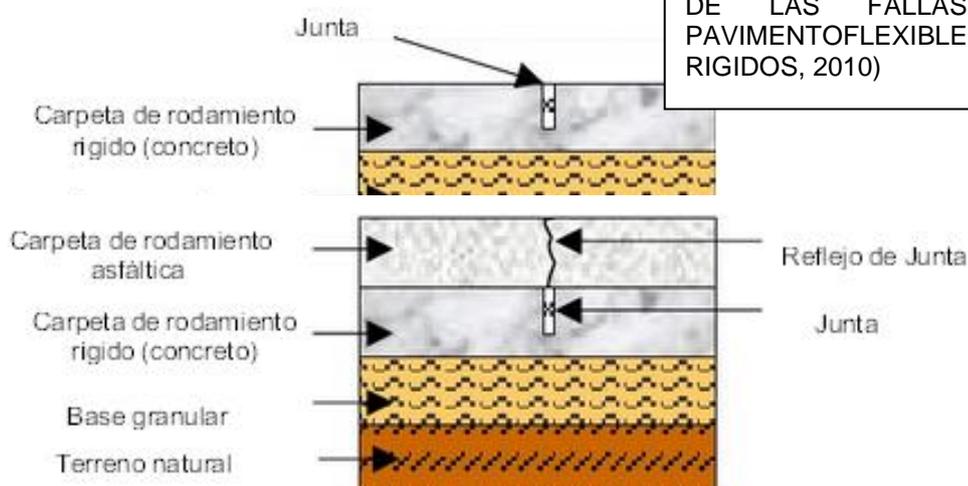


FIGURA N°17: Rehabilitación con Concreto Asfáltico
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTOFLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.2. Fallas de pavimento rígido.

2.2.3.2.1. Grietas.

Las grietas son manifestaciones muy frecuentes de fallas causadas por la contracción del concreto, expansión de las losas de pavimento, defectos de suelo de fundación, acción de cargas de tráfico, falta de juntas de expansión, contracción o de construcción. Los tipos de grietas son:

- Grietas de esquina
- Grietas diagonales
- Grietas longitudinales
- Grietas de restricción
- Grietas transversales

2.2.3.2.2. Grietas de esquina.

Son grietas diagonales que forman un triángulo con el borde o junta longitudinal y una junta o grieta transversal. Estas grietas pueden originarse por acción de las cargas de tránsito sobre esquinas sin soporte o por alabeo de las losas. También se originan por acción de las cargas sobre áreas débiles de la sub rasante como se muestra.



FIGURA N°18: Grietas de Esquina
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.2.3. Grietas diagonales.

Son grietas en diagonal con la línea central de pavimento. Estas grietas se forman generalmente por la acción del tránsito sobre los extremos de losas que han quedado sin soporte por la acción del bombeo de la sub rasante, como se muestra en la figura No. 19.



FIGURA N°19: Grietas Diagonales
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.2.4. Grietas longitudinales.

Son grietas casi paralelas al eje central del pavimento. Su origen puede deberse a falta de juntas longitudinales para eliminar los esfuerzos de contracción, materiales expansivos en la sub base o sub rasante, esfuerzos de alabeo en combinación con las cargas, pérdidas de soportes en los bordes longitudinales por efecto de la acción del bombeo. (C.A., 2010)



FIGURA N°20: Grietas Longitudinales
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.2.5. Grietas de restricción.

Estas son grietas que comienzan de una distancia no mayor de un metro del borde exterior del pavimento y se dirigen siguiendo un alineamiento irregular hasta la junta transversal, la cual restringe la expansión de la losa.



FIGURA N°21: Grietas de Restricción
FUENTE: Oficina técnica, Ing, José Heredia

2.2.3.2.6. Grietas transversales.

Son grietas en ángulos aproximadamente rectos con el eje central del pavimento. Algunas de las causas principales son la sobrecarga de flexión repetida, de las losas sometidas a la acción del bombeo de la subrasante, las fallas del suelo de cimentación, la falta de juntas poco profundas, a la concentración del concreto.



FIGURA N°22: Grietas Transversales
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.2.7. Deformaciones.

Las deformaciones son cualquier cambio de la superficie del pavimento referida a su forma original. Los escalones de fallas de las losas, son deformaciones predominantes en los pavimentos de concreto.

Una deformación puede producirse si existe bombeo, debido a que ocasiona

escalones de fallas y hundimiento de las losas. Otra causa de las deformaciones son los suelos expansivos y los asentamientos de la cimentación.



FIGURA N°23: Deformaciones
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.2.8. Baches.

Son zonas específicas de la carpeta de rodamiento que se han desintegrado por acción del tránsito, y en la mayoría de los casos como una combinación de fallas producidas por grietas, deformaciones y bombeo.



FIGURA N°24: Baches
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES Y RIGIDOS, 2010)

2.2.3.2.9. Descascaramientos y escamaduras.



FIGURA N° 25 y 26:
Descascaramientos y escamaduras
FUENTE: (CLASIFICACIÓN DE LAS
FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLES
Y RIGIDOS, 2010)

Los descascaramientos y escamaduras son fallas en la superficie del concreto por deterioro o rotura. Los descascaramientos consisten en deterioro de la superficie del pavimento por desgaste o conformación inadecuada. En la mayoría de los casos el efecto progresivo tiende a profundizarse. Los fenómenos de descascaramiento se producen por exceso de acabado, defectos de la mezcla, poca calidad de los agregados o curado inapropiado. Las escamaduras son las roturas del concreto en juntas, grietas y bordes del pavimento.

2.2.4. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE FALLAS EN PAVIMENTOS.

Existen diferentes métodos para poder evaluar los pavimentos, dentro de los principales tenemos:

- Método PSI. (Índice de Serviciabilidad Presente)

El PSI califica a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores. Relacionándose con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc. Que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura.

Este indicador es ampliamente aceptado y utilizado en todo el mundo en investigaciones y por agencias viales debido a que incluye la percepción que el usuario tiene.



- Método por catálogo de deterioro de pavimentos.

Este método logra obtener un indicador que es ampliamente aceptado y utilizado en todo el mundo en investigaciones y por agencias viales debido a que incluye la percepción que el usuario tiene.

- Método PCI.

Que será detallado a continuación:

2.2.4.1 MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

El método PCI (Índice de Condición del Pavimento) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta. Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U.

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: el departamento de defensa de los Estados Unidos, y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03). El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presentado.

El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0)

para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

Tabla N°16: Índice de la condición del pavimento y escala de la evaluación

Valor del PCI		Evaluación
De	a	
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Aceptable
25	40	Pobre
10	25	Muy Pobre
0	10	Fallado

FUENTE: Índice de Condición del Pavimento (PCI).

2.2.4.1.1 Deterioros del pavimento:

Es un indicador externo del proceso del deterioro causado por la carga, factores ambientales, o deficiencias en el proceso constructivo, o una combinación de estos. Los deterioros típicos son grietas o fisuras, ahuellamientos, y envejecimiento (oxidación) de la superficie del pavimento.

2.2.4.1.2 Sección del pavimento:

Es un área continua de pavimento que, con características uniformes de construcción, mantenimiento, historial, y condiciones. Una sección deberá tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de cargas.

2.2.4.1.3 Unidad de muestra del pavimento:

Es una división de una sección del pavimento que tenga un tamaño estándar; ejemplo:

Tabla N°17: Tamaño de la muestra

Tipo de Pavimento	Tamaño de la Muestra		
	ideal	Mínimo	máximo
Rígidos	20 losas	12 losas	28 losas
Flexible	450 m ²	270 m ²	630 m ²
Mixto			

FUENTE: Índice de Condición del Pavimento (PCI).

2.2.4.1.4 Mínimo número de unidad de muestras (n):

El mínimo número de unidad de muestras que deberá evaluarse dentro de una sección para obtener una adecuada estimación estadística (95 % de Confianza):

2.2.4.1.5 Métodos de evaluación:

El objetivo de este estudio fue desarrollar un índice de condición de pavimento (PCI) para carreteras para proveer al ingeniero de:

- 1) Un método Standard para evaluación de la condición estructural y de la superficie (operacional) de una sección de pavimento.
- 2) Un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento.
- 3) Un método para determinar comportamiento mediante determinación continua del PCI.

El método determina el índice de condición del pavimento (PCI) en base a información obtenida de una inspección visual. Este índice ayuda al ingeniero en procesos de evaluación, determinación de labores y prioridades de mantenimiento y reparación.

2.2.4.1.6 Tipos de falla:

Cada falla en el pavimento evaluado debe ser clasificada dentro de los distintos tipos de falla descritos en el método.

Tabla N°18: Fallas consideradas en PCI.

FALLA N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1	Grieta Piel de Cocodrilo	m ²
2	Exudación de Asfalto	m ²
3	Grietas de Contracción (Bloque)	m ²
4	Elevaciones - Hundimiento	M
5	Corrugaciones	m ²
6	Depresiones	m ²
7	Grietas de Borde	M
8	Grietas de Reflexión de Juntas	M
9	Desnivel Calzada - Hombrillo	M
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal	M
11	Baches y Zanjias Reparadas	m ²
12	Agregado Pulidos	N°
13	Huecos	m ²



FALLA N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
14 *	Cruce de Rieles	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Deformación por Empuje	m ²
17	Grietas de Deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Disgregación y Desintegración	m ²

* Reemplazar por acceso a Puentes, Pontones y Rejillas de Drenaje

FUENTE: Índice de Condición del Pavimento (PCI).

2.2.4.1.7 Severidad de falla:

En vista de las variaciones de severidad que presentan los tipos de fallas, se han descrito los diferentes niveles contemplados en el método para cada falla.

Valor de Deducción: Estos valores (VD) son determinados en función del tipo de falla, su severidad y su densidad en el pavimento.

Factor de Ajuste: Este factor permite ajustar el valor total de deducción cuando más de un tipo de falla afecta sustancialmente la condición del pavimento.

Tabla N°19: Índice de los diferentes niveles de clasificación del pavimento en función del valor PCI.

PCI	CONDICION
100	Excelente
85	Muy Bueno
70	Bueno
55	Aceptable
40	Malo
25	Muy Malo
10	Inaceptable
0	Inaceptable

FUENTE: Índice de Condición del Pavimento (PCI).

2.2.4.1.8 Deterioros en pavimentos:

Es importante que el evaluador del pavimento este familiarizado con los tipos de fallas, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método. Los tipos de deterioros más comunes en pavimentos asfálticos son: grietas del tipo piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, baches, huecos, ahuellamientos, y desintegración superficial.

El resto de los tipos de deterioro considerados en el método, son encontrados menos frecuentemente.

Es importante aclarar algunos puntos que generalmente presentan duda con respecto a la forma de medición de distintas fallas:

- 1) Si están presentes las grietas piel de cocodrilo y ahuellamiento en la misma área, ambas fallas se miden separadamente.
- 2) Si el pavimento presenta exudación, el agregado pulido no se cuenta en la misma área.
- 3) Si existen grietas en los bordes de una falla de elevación – hundimiento, (Falla 4), éstas se miden separadamente.
- 4) La falla 4 (elevaciones – hundimientos) se miden longitudinalmente y no por área.
- 5) Fallas en un bache no se cuentan, ellas sólo afectan la severidad del bache.
- 6) Los huecos se miden por número de huecos con una determinada área y no como área total.

En algunos casos se requiere entender como es afectada la calidad de rodaje por diversos tipos de falla a fin de determinar su severidad.

El efecto sobre la calidad de rodaje es:

BAJO: Las vibraciones o saltos en el vehículo se sienten, pero no es necesario reducir la velocidad por razones de seguridad y/o confort.

MEDIO: 1 Se producen vibraciones o saltos significativos, que hacen necesario reducir la velocidad por seguridad y/o confort.



2 saltos individuales o continuos que producen molestias.

ALTO: 1 Excesivas vibraciones hacen reducir considerablemente la velocidad.

2 Saltos individuales, que producen gran molestia peligro o posible daño vehicular.

Esta evaluación debe hacerse en vehículos "Standard" y a la velocidad máxima permitida en la vía.

El método de PCI puede resumirse en los siguientes pasos:

- En una red vial, se identifican los tramos y las secciones que son levantados en un inventario de fallas por muestreo.
- Cada tipo de pavimento tiene un número definido de fallas posibles, según el tipo de pavimento.
- Para cada falla se define: el tipo de falla, el nivel de severidad, y sus medidas de la falla, para luego calcular su densidad.
- Se define el índice de condición de pavimento (PCI) con las curvas desarrolladas por el Cuerpo de Ingenieros de US Army y el Sistema PAVER.
- Por medio de un muestreo estadístico de las secciones de pavimento que forman los tramos de la red vial, el levantamiento de campo y los conceptos anteriores, se establece el valor del PCI para cada una de las secciones encuestadas.
- Se proyecta la variación del PCI de un pavimento muestreado con tráfico y el tiempo si no se efectúa ninguna acción correctiva.
- Cada tipo de falla tiene una actividad de mantenimiento asociada que la elimina totalmente o reduce su efecto negativo a la condición del pavimento en forma significativa.

Entre las principales fallas tenemos:

2.2.4.1.8.1 Piel de cocodrilo

L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Medida

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

2.2.4.1.8.2 Exudación

L (Low: Bajo): La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M (Medium: Medio): La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H (High: Alto): La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

2.2.4.1.8.3 Fisuras en bloque

L (Low: Bajo): Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M (Medium: Medio): Bloques definidos por grietas de severidad media

H (High: Alto): Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

2.2.4.1.8.4 Abultamientos y hundimientos

L (Low: Bajo): Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de baja severidad, es decir, que se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo al pasar sobre el área fallada, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote ligeramente, pero causa poca incomodidad.

M (Medium: Medio): Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, que se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo al pasar sobre la zona afectada y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad. Los abultamientos hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote significativamente, creando algo de incomodidad.

H (High: Alto): Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Las vibraciones del vehículo son tan excesivas que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote excesivamente, creando mucha incomodidad, peligrando la seguridad o un alto potencial de daño severo en el vehículo.

Medida

Se mide en metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 metros, el daño se



llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

2.2.4.1.8.5 Corrugación

L (Low: Bajo): Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M (Medium: Medio): Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H (High: Alto): Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada.

2.2.4.1.8.6 Depresión

Máxima profundidad de la depresión:

L (Low: Bajo): 13.0 a 25.0 mm.

M (Medium: Medio): 25.0 a 51.0 mm.

H (High: Alto): Más de 51.0 mm.

Medida

Se mide en metros cuadrados del área afectada.

2.2.4.1.8.7 Fisura de borde

L (Low: Bajo): Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M (Medium: Medio): Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H (High: Alto): Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Medida

La grieta de borde se mide en metros lineales.

2.2.4.1.8.8 Fisura de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales)

L (Low: Bajo): Existe una de las siguientes condiciones:



- Fisura sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
- Fisura rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M (Medium: Medio): Existe una de las siguientes condiciones:

- Fisura sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- Fisura sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
- Fisura rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.

H (High: Alto): Existe una de las siguientes condiciones:

- Cualquier Fisura rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
- Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
- Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Medida

La grieta de reflexión de junta se mide metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

2.2.4.1.8.9 Desnivel carril - berma

L (Low: Bajo): La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0mm.

M (Medium: Medio): La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H (High: Alto): La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Medida

El desnivel carril - berma se miden en metros lineales.

2.2.4.1.8.10 Fisuras longitudinales y transversales

L (Low: Bajo): Existe una de las siguientes condiciones:



- Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
- Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M (Medium: Medio): Existe una de las siguientes condiciones:

- Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
- Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H (High: Alto): Existe una de las siguientes condiciones:

- Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
- Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
- Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medida

Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales. La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

2.2.4.1.8.11 Parches y parches de cortes utilitarios

L (Low: Bajo): El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M (Medium: Medio): El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H (High: Alto): El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Medida.

Los parches se miden metros cuadrados de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada.

Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente

como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

2.2.4.1.8.12 Agregado pulido

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Medida

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

2.2.4.1.8.13 Agregado pulido baches

Los niveles de severidad para baches menores a 750 mm de diámetro están determinados de acuerdo a:

Tabla N°20: Profundidad de bache.

Máxima profundidad del bache	Diámetro Promedio (mm)		
	100 a 200	200 a 450	450 a 750
≥ 13 y ≤ 25 mm	L	L	M
> 25 y ≤ 50 mm	L	M	H
> 50 mm	M	M	H

FUENTE: Índice de Condición del Pavimento (PCI).



Si el bache tiene un diámetro mayor a 750 mm, el área debe ser determinada en metros cuadrados y dividida entre 0.5 m² para hallar el número equivalente de baches. Si la profundidad es menor o igual a 25 mm los baches son considerados de mediana severidad; en cambio, si la profundidad es mayor a 25 mm, los baches son de alta severidad.

Medida

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

2.2.4.1.8.14 Ahuellamiento

L (Low: Bajo): 6.0 a 13.0 mm.

M (Medium: Medio): > 13.0 mm a 25.0 mm.

H (High: Alto): >25.0mm.

Medida

El ahuellamiento se mide en metros cuadrados de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

2.2.4.1.8.15 Desplazamiento

L (Low: Bajo): El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M (Medium: Medio): El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H (High: Alto): El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Los desplazamientos se miden metros cuadrados de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches

2.2.4.1.8.16 Fisura parabólica o por deslizamiento

L (Low: Bajo): Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M (Medium: Medio): Existe una de las siguientes condiciones:



- Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
- El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

H (High: Alto): Existe una de las siguientes condiciones:

- Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
- El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Medida

El área asociada con una grieta parabólica se mide en metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

2.2.4.1.8.17 Hinchamiento

L (Low: Bajo): El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M (Medium: Medio): El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H (High: Alto): El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

El hinchamiento se mide metros cuadrados de área afectada.

2.2.4.1.8.18 Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

L (Low: Bajo): Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M (Medium: Medio): Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.



H (High: Alto): Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Medida

La meteorización y el desprendimiento se miden en metros cuadrados de área afectada.

2.2.5 HCM 2010

Según el HCM2010, en el Capítulo 18, Intersecciones Señalizadas, este capítulo describe una metodología para la evaluación de la capacidad y el nivel de servicio.

El manual de capacidad de carreteras 2010, presenta 3 módulos diferentes de análisis:

Módulo de Automóviles

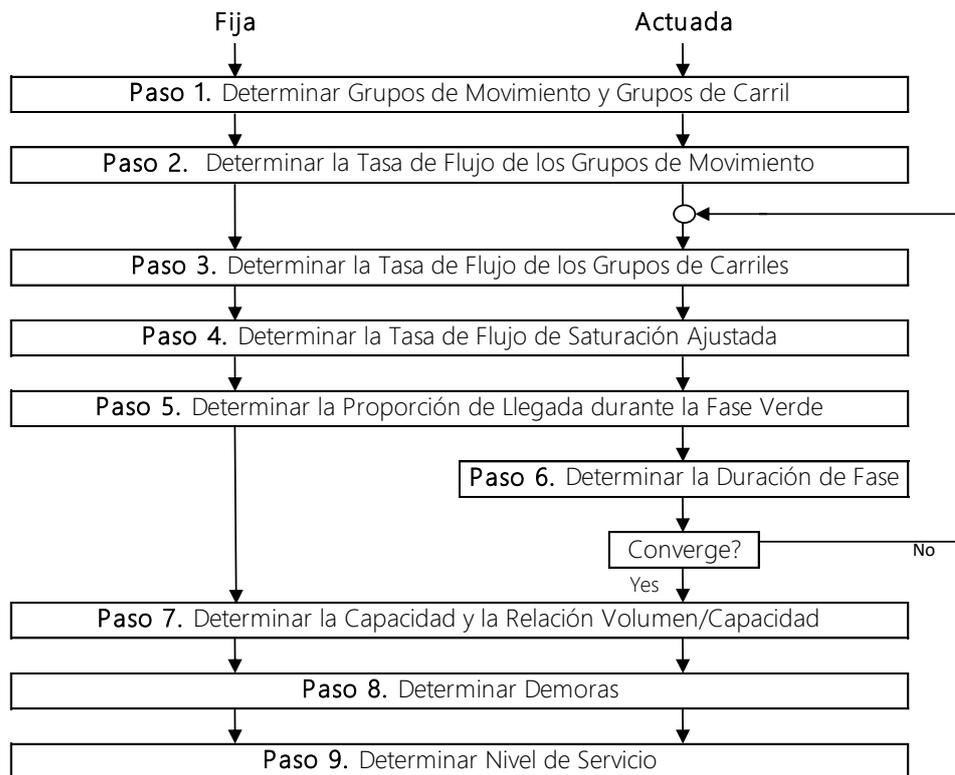
Módulo de Peatones

Módulo de Bicicletas

La presente investigación contempla la aplicación del módulo de automóviles para las intersecciones semaforizadas de interés, que se aplica para intersecciones de tres y cuatro aproximaciones de dos calles o avenidas señalizadas.

Módulo de automóviles

La siguiente figura ilustra el procedimiento de cálculos de la metodología para automóviles. Este presenta la secuencia de cálculos necesarios para estimar medidas de rendimiento. El proceso de cálculo es mostrado desde arriba para abajo en la tabla. Estos cálculos están descritos de manera completa en el resto de esta sección.

TABLA 21. Metodología de automóviles para intersecciones semaforizadas

FUENTE: Highway Capacity Manual (HCM 2010) TRB. Adaptación Propia

2.2.5.1 Determinación de grupos de movimiento y grupos de carril

La metodología para intersecciones semaforizadas usa los conceptos de grupos de movimiento y grupos de carril para describir y evaluar la operación de la intersección. Estos dos grupos designados son bastante similares en significado. En efecto, sus diferencias emergen solamente cuando un carril compartido está presente sobre un acceso con dos o más carriles. Cada denominación es definida en los siguientes párrafos.

Las siguientes reglas son usadas para determinar grupos de movimiento por un acceso a la intersección:

- Un movimiento de giro que se sirve por uno o más carriles exclusivos y no hay carriles compartidos deben ser designados como grupo de movimiento.
- Cualquier carril que no esté asignado a un grupo por la regla anterior, debe ser combinado en un grupo de movimiento.



Estas reglas resultan en la designación de uno a tres grupos de movimiento para cada acceso. El concepto de grupos de carril es útil cuando un carril compartido está presente en un acceso que tiene dos o más carriles. Varios procedimientos de la metodología requieren alguna indicación de si el carril compartido sirve a un conjunto de vehículos o funciona como un carril de giro exclusivo. Este problema no se puede resolver hasta que la proporción de vueltas en el carril común se ha calculado. Si la proporción de vueltas en el carril común es igual a 1,0 (es decir, 100%), el carril compartido es considerado para operar como un carril de giro exclusivo.

Las siguientes reglas se utilizan para determinar los grupos de carril para una intersección:

- Un carril o carriles de giro a la izquierda exclusivo deben ser designados como un grupo de carril separado. Lo mismo se puede decir de un carril de giro a la derecha exclusivo.
- Cualquier carril compartido debe ser designado como un grupo de carriles separados.
- Cualquiera de los carriles que son carriles de giro no exclusivos o carriles compartidos deben estar combinado en un grupo de carril.

Estas reglas resultan en la designación de uno o más de los siguientes grupos de carriles posibles para un acceso de la intersección:

- Giro a la izquierda exclusivo (carril o carriles),
- Carril directo exclusivo (o carriles),
- Giro a la derecha exclusivo (carril o carriles),
- Giro a la izquierda compartido y carril directo,
- Giro a la izquierda compartido y el carril de giro a la derecha a su vez,
- Giro a la derecha compartido y carril directo, y

- Giro a la izquierda compartida, carril directo y carril de giro a la derecha.

TABLA N°22: Grupos de carril típicos de análisis

Número de Carriles	Movimientos por Carril	Grupos de Movimiento (GM)	Grupos de Carril (GC)
1	Izq.+Rec+Der.	MG 1:	LG 1:
2	Izq. Exclusiva	MG 1:	LG 1:
	Recto+Der.	MG 2:	LG 2:
2	Izq+Recto	MG 1:	LG 1:
	Recto+Der.		LG 2:
3	Izq. Exclusiva	MG 1:	LG 1:
	Izq. Exclusiva		LG 2:
	Recto	MG 2:	LG 2:
	Recto		LG 3:
Recto+Der.			

FUENTE. Highway Capacity Manual (HCM 2010) TRB. Adaptación Propia

2.2.5.2 Determinación de la tasa de flujo de los grupos de movimiento

La tasa de flujo para cada grupo de movimiento se determina en este paso. Si el movimiento se sirve de uno o más carriles exclusivos y no hay carriles compartidos, entonces la tasa de flujo del movimiento se asigna a un grupo de movimiento. Cualquiera de los flujos del acceso que aún no se ha asignado a un grupo de movimiento (siguiendo la aplicación de la orientación en la oración anterior) es asignado a un grupo de movimiento.

2.2.5.3 Determinación de la tasa de flujo de los grupos de carriles

La tasa de flujo de un grupo de carril se determina en este paso. Si no hay carriles compartidos en el acceso de la intersección o el acceso tiene solamente un carril, hay una correspondencia uno-a-uno entre los grupos de carril y grupos del movimiento. En esta situación, la tasa de flujo del grupo de carril es igual a la velocidad de flujo grupo de movimiento.

Si hay uno o más carriles compartidos en el acceso y dos o más carriles, entonces la tasa de flujo del grupo de carril se calcula mediante el procedimiento descrito 31. Este procedimiento se basa en un deseo

asumido por los conductores a elegir el carril que minimiza su tiempo de servicio en la intersección, donde el volumen de carril, así como la relación de flujo – saturación se utiliza para estimar las diferencias relativas en este tiempo entre carriles.

En el Capítulo 31 se tiene un apartado para el Cálculo de la tasa de flujo para grupos de carril en carriles compartidos.

- **Tasa de Flujo de grupo de Carril de carriles Compartidos**

Para el Carril compartido que sirve a los movimientos de giro a la izquierda y movimiento recto de vehículos, la tasa de flujo de giros a la izquierda ($V_{sl,lt}$), se estima como 0.0 veh/h y la tasa de flujo total del carril compartido (v_{sl}) es igual al promedio de la tasa de flujo del movimiento recto (V_{app}). En el caso de giros a la derecha ($V_{sl,rt}$), se estiman como 0.0 veh/h, y de igual manera la tasa de flujo de carril del carril compartido es igual a promedio de la tasa de flujo. (V_{app}).

ECUACIÓN N°:1. Tasa de flujo de grupo de carril de carriles compartidos

$$v_{app} = \frac{v_{lt} + v_{th} + v_{rt}}{N_{sl} + N_t + N_{sr}}$$

Donde:

v_{app} = demanda promedio de la tasa de flujo por carril de paso veh/ h/
carril

v_{lt} = tasa de flujo del giro a la izquierda (veh/h)

v_{th} = tasa de flujo del movimiento recto (veh/h)

v_{rt} = tasa de flujo del giro a la derecha (veh/h)

N_{sl} = número de carriles en el grupo de carril compartido de giro a la izquierda y movimiento recto

N_t = número de carriles en el grupo de carril recto (veh/h)

N_{sr} = número de carriles en el grupo de carril compartido de giro a la derecha y movimiento recto (veh/h)

2.2.5.4 Determinación de la tasa de flujo de saturación

La tasa de flujo de saturación ajustado para cada carril de cada grupo de carril es calculada en este paso. La tasa de flujo de saturación base proporcionada como una entrada variable se utiliza en este cálculo.

La tasa de flujo de saturación calculado se refiere como la tasa de flujo de saturación "ajustada" ya que refleja la aplicación de diversos factores que ajustan la tasa de flujo de saturación base a las condiciones específicas presentes en el acceso a la intersección en estudio.

El procedimiento descrito en este paso se aplica a grupos de carriles que consta de un carril exclusivo (o carriles) que opera en un modo protegido y sin interacción de peatones o bicicletas. Cuando estas condiciones no se cumplen, los procedimientos complementarios que se describen más adelante deben combinarse con los que se consideran en esta etapa para calcular la tasa de flujo de saturación ajustado.

La siguiente ecuación se utiliza para calcular la velocidad de flujo de saturación ajustado por carril para el grupo de carriles objeto:

ECUACIÓN N°:2. Tasa de flujo de saturación ajustada

$$S = s_0 f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Dónde:

S = tasa de flujo de saturación ajustada (veh/h/carril),

s_0 = tasa de flujo de saturación bases (pc/h/carril),

f_w = factor de ajuste de ancho de carril,

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

f_g = factor de ajuste para el grado de aproximación,

f_p = factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento y la actividad de aparcamiento adyacente al grupo de carril,



f_{bb} = factor de ajuste para bloquear el efecto de los autobuses locales que paran dentro del área de intersección,

f_a = factor de ajuste para el tipo de zona,

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

f_{LT} = factor de ajuste para la presencia de vehículos que giran a la izquierda en un grupo de carril,

f_{RT} = factor de ajuste para la presencia de vehículos que giran a la derecha en un grupo de carril,

f_{Lpb} = factor de ajuste de peatones para los grupos de giro-izquierda, y

f_{Rpb} = factor de ajuste para los peatones y bicicletas para grupos que giran a la derecha.

2.2.5.5 Tasa de flujo de saturación base

El procedimiento de cálculo empieza con la selección de una tasa de flujo de saturación base. Esta tasa base representa la tasa de flujo media esperada para un carril de tráfico de paso (o movimiento recto) que tiene condiciones geométricas y de tráfico que corresponden a un valor de 1,0 para cada factor de ajuste. Típicamente, un tipo de base es seleccionado para representar a todas las intersecciones señalizadas dentro de la jurisdicción (del área) dentro del cual está dicha intersección situada.

2.2.5.6 Factor de Ajuste por ancho de carril

El factor de ajuste de ancho de carril FW da cuenta de los efectos negativos de carriles estrechos sobre la tasa de flujo de saturación y permite una mayor tasa de flujo de ancho de carriles. Los valores de este factor se enumeran en la tabla siguiente.

TABLA 23. Factor de Ajuste por ancho de carril

Ancho promedio de carril (pies)	Factor de Ajuste (fw)
<10.0	0.96
≥ 10.0 – 12.9	1.00
>12.9	1.04

Nota: Factor aplica a los anchos promedios de carril de 8.0 pies o más

FUENTE. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010).

Los carriles estándar son de 12 pies (3,60 m) de ancho. El factor de ancho de carril se puede utilizar con precaución para carriles anchos de más de 16 pies (4,80 m), o puede llevarse a cabo un análisis con dos carriles estrechos. El uso de dos carriles estrechos siempre dará lugar a una mayor tasa de flujo de saturación de un solo carril de ancho, pero, en cualquier caso, el análisis debe reflejar la forma en que el ancho se utiliza realmente, o como se espera que se use. En ningún caso este factor debería ser utilizado para estimar la tasa de flujo de saturación de un grupo de carril con un ancho de carril promedio que es de menos de 8 pies (2,40 m).

2.2.5.7 Factor de ajuste para vehículos pesados

El factor de ajuste de vehículos pesados FHV representa el espacio adicional ocupado por vehículos pesados y para la diferencia en sus capacidades de funcionamiento, en comparación con los coches con pasajeros. Este factor no se ocupa de los autobuses locales que paran en el área de la intersección. Los valores de este factor se calculan con la siguiente ecuación:

ECUACIÓN N°:3. FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_{HV}(E_t - 1)}$$

Dónde:

f_{HV} = porcentaje de vehículos pesados en el correspondiente grupo de movimiento (%), y



E_t = número equivalente de vehículos que pasan por cada vehículo pesado = 2.0

2.2.5.8 Factor de ajuste por Pendiente

El factor de ajuste por pendiente incorpora los efectos de la pendiente del acceso en el rendimiento del vehículo, se calcula mediante la siguiente ecuación.

ECUACIÓN N°:4. FACTOR DE AJUSTE POR PENDIENTE

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200}$$

Dónde:

P_g = es la pendiente del acceso para el correspondiente grupo de movimiento (%).

Este factor aplica para las pendientes dentro del rango de -6% a +10%. Teniendo en cuenta que una vía cuesta arriba tiene un valor positivo y una vía cuesta abajo tiene un valor negativo.

2.2.5.9 Factor de ajuste por estacionamiento

El factor de ajuste por estacionamiento considera los efectos conflictivos del estacionamiento en un carril sobre el flujo en el grupo de carril adyacente al carril de estacionamiento. Este también considera los ocasionales bloqueos de un carril adyacente de vehículos en movimiento dentro o fuera del espacio de estacionamiento. Si no hay estacionamientos presentes, entonces se considera este valor como 1,00, en caso de existir será determinado por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN N°:5. FACTOR DE AJUSTE POR ESTACIONAMIENTOS

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \geq 0.050$$

Dónde:



N_m = número de maniobras de estacionamiento en el carril adyacente (maniobras/h), y

N = número de carriles en el grupo de carril (carriles)

Estas maniobras corresponden a áreas directamente adyacentes al grupo de carril y dentro de 250 pies (75m) antes de la línea de parada de la intersección. Un límite práctico superior de 180 maniobras/h debe ser mantenido con la ecuación.

Un valor mínimo de este factor proveniente de esta ecuación es 0.050, Cada maniobra (entrada o salida) es asumida como bloqueo del tráfico en el carril continuo para las maniobras de estacionamiento por un promedio de 18 s.

Este factor aplica solo a los grupos de carril que son adyacentes al de estacionamiento. Sobre una calle de un solo sentido con un grupo de carril de un solo carril, el número de maniobras usada es el total para los dos lados del grupo de carril. Sobre una calle de un solo sentido con dos o más grupos de carril, el factor es calculado separadamente para cada uno. Condiciones de estacionamiento con un número de maniobras igual a cero tienen un impacto diferente frente a condiciones de una situación sin estacionamiento.

2.2.5.10 Factor de ajuste por bloqueo de autobuses.

Es aquel que incorpora el tránsito local de buses que se detienen a recoger o dejar pasajeros dentro de los 75 m desde la línea de parada (en el sentido hacia arriba o hacia abajo). Este factor solo se debería emplear cuando los buses detenidos bloquean el flujo de tráfico. Se emplea la siguiente ecuación para calcularlo.

ECUACIÓN N°:6. FACTOR DE AJUSTE POR BLOQUEO DE BUSES

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N} \geq 0.050$$

Dónde, N = número de carriles en el grupo de carriles (carriles) y N_b es la cantidad de paradas de autobús en dicho acceso (buses/h)

Un valor mínimo de este factor proveniente de esta ecuación es 0.050. Este factor usado aquí asume un tiempo de bloqueo promedio de 14.4 s durante la luz verde.

2.2.5.11 Factor de ajuste por Tipo de Área

Este considera la ineficiencia de las intersecciones en los distritos de negocios. Es apropiado en áreas con características de un distrito central de negocios (CBD, Central Business District). las cuales incluyen derechos de paso en calles angostas, maniobras de parqueo frecuentes, bloqueo de vehículos, actividades de taxis y buses, pequeños radios de giro, uso limitado de carriles exclusivos de giro, alta actividad de peatones, es decir, este debe ser estudiado basado en cada caso posible. Este usualmente tiene un valor de 0.90.

2.2.5.12 Factor de Ajuste por Uso del Carril

Este ajuste considera la distribución desigual del tráfico entre los carriles en un grupo de carriles con más de un carril. Si el grupo de carril tiene un carril compartido o un carril exclusivo entonces este factor será 1.0.

2.2.5.13 Factor de ajuste por giros a la derecha

Es usado principalmente para reflejar el efecto de los giros a la derecha en la tasa de flujo de saturación. Se calcula con la siguiente ecuación.

ECUACIÓN N°:7. FACTOR DE AJUSTE POR GIROS A LA DERECHA

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R}$$

Dónde E_R es el número equivalente de carros que circulan por un carril protegido para giro hacia la derecha. (=1.18)

En caso de existir un carril compartido para este movimiento de giro a la derecha debe utilizar un tipo distinto de procedimiento descrito más adelante para analizar su influencia dentro de la tasa de flujo de saturación.

2.2.5.14 Factor de ajuste para giros a la izquierda

Es usado principalmente para reflejar el efecto de los giros a la izquierda en la tasa de flujo de saturación. Se calcula con la siguiente ecuación.

ECUACIÓN N°:8. FACTOR DE AJUSTE POR GIROS A LA IZQUIERDA

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L}$$

Dónde E_L es el número equivalente de carros que circulan por un carril protegido para giro hacia la izquierda. (=1.05)

En caso de existir un carril compartido para este movimiento de giro a la izquierda debe utilizar un tipo distinto de procedimiento descrito en el Capítulo 31 para analizar su influencia dentro de la tasa de flujo de saturación.

- **Determinar la tasa de flujo de saturación de los giros a la izquierda permitidos**

Se usa este análisis cuando los giros a la izquierda están permitidos o protegidos permitidos. La ecuación a utilizar es la siguiente:

ECUACIÓN N°:9. FLUJO DE SATURACIÓN DE GIRO A LA IZQUIERDA PERMITIDO

$$S_p = \frac{v_o e^{-v_o t_{cg}/3600}}{1 - e^{-v_o t_{fh}/3600}}$$

Donde:

S_p = tasa de flujo de saturación de un movimiento de giro a la izquierda permitido (veh/h/carril)

v_o = tasa de flujo de demanda opuesta (vh/h)

t_{cg} = progreso crítico = 4.5 (s); y

t_{fh} = progreso de seguimiento (4.5 si se trata de un carril compartido; 2.5 si se trata de un carril exclusivo) (s)

En aquellos casos donde el volumen opuesto se igual a 0.0 veh/h, durante el periodo de análisis, el volumen opuesto se establecerá con un valor de 0.1 veh/h.

- **Determinar la equivalencia de los carros de paso**

Se usa este paso cuando se tenga la fase permitida o fase permitida protegida de giros a la izquierda. Se hace uso de las variables de tasa de saturación de giros a la izquierda y la tasa de saturación base.

ECUACIÓN N°:10. EQUIVALENCIA DE LOS CARROS DE PASO

$$E_{L1} = \frac{s_o}{s_p}$$

Donde:

E_{L1} = número equivalente de carros de paso para los vehículos de giro a la izquierda permitido

s_o = Tasa de flujo de saturación base (1900 veh/h/carril)

s_p = Tasa de flujo de saturación de un movimiento de giro permitido a la izquierda (veh/h/carril).

2.2.5.15 Determinación de la Proporción de Llegada durante la Fase Verde

Las demoras y el tamaño de las colas en una intersección semaforizada son dependientes a la proporción de vehículos que llegan durante la fase verde y roja. Las demoras y el tamaño de las colas son más pequeñas cuando una proporción mayor de vehículos llega durante la fase verde. Se calcula con la siguiente ecuación

ECUACIÓN N°:11. DETERMINACION DE LA PROPORCION DE LLEGADA

$$P = R_p \left(\frac{g}{C} \right)$$

Se necesita para aplicar esta ecuación, ya tener conocimiento del verde efectivo g y la duración del ciclo C , esto en caso de ser fases fijas, en el caso de tener fases actuadas se aplicará un procedimiento distinto, especificado en el capítulo anterior del Manual HCM 2010, Cap. 17.

TABLA 24. Relación entre el tipo de llegada y la calidad de la progresión

Relación de Pelotón	Tipo de Llegada	Calidad de la progresión
0.33	1	Muy Pobre
0.67	2	Desfavorable
1.00	3	Llegadas aleatorias
1.33	4	Favorable
1.67	5	Altamente favorable
2.00	6	Excepcionalmente favorable

FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010). Adaptación Propia

2.2.5.16 Determinación de la Duración de las Fases del Semáforo

En caso de tener fases fijas este paso será evitado y simplemente serán tomados como datos de campo directamente, caso contrario se explica su procedimiento de análisis en el Manual HCM 2010, Cap. 31.

2.2.5.17 Determinación de la Capacidad y la Relación Volumen – Capacidad (v/c)

- **Relación v/c para grupos de carril**

La capacidad de un grupo de carril dado que sirve un único movimiento de tráfico, y por el cual existen movimientos de giro a la izquierda no permitidos, está definida por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN N°:12. CAPACIDAD DE GRUPO DE CARRIL

$$c = N s \left(\frac{g}{C} \right)$$

Dónde “c” es la capacidad (veh/h) y otras variables que fueron previamente definidas. Esta ecuación no puede ser usada para calcular la capacidad de un carril compartido dentro de un grupo de carril un grupo de carril con un giro a la izquierda permitido porque estos grupos de carril tienen otros factores que afectan su capacidad.

La relación v/c para un grupo de carril está definido como la relación del volumen del grupo de carril y su capacidad. Es calculada por la siguiente ecuación:

ECUACIÓN N°:13. RELACIÓN VOLUMEN/CAPACIDAD

$$X = \frac{v}{c}$$

Dónde:

 X = relación v/c v = tasa de demanda de flujo (veh/h), y c = capacidad (veh/h)

- **Relación Volumen crítico de la intersección - Capacidad**

Otro concepto usado para analizar las intersecciones semaforizadas es este y se define y calcula por las siguientes ecuaciones:

ECUACIÓN N°:14. RELACIÓN VOLUMEN/CAPACIDAD CRÍTICA

$$X_c = \left(\frac{C}{C - L} \right) \sum_{I \in CI} y_{c,i}$$

Con:

ECUACIÓN N°:15. TIEMPO PERDIDO DE LA FASE SEMAFÓRICA

$$L = \sum_{I \in CI} l_{c,i}$$

Dónde

 X_c = relación volumen crítico de la intersección – capacidad C = duración de ciclo (s), $y_{c,i}$ = relación de flujo crítico por fase $i=v/(Nsi)$, $l_{c,i}$ = fase i tiempo perdido = $l(1,i) + l(2,i)$ CI = Conjunto de fases críticas en la ruta crítica, y L = ciclo de tiempo perdido



Las fases críticas y ruta crítica son identificadas mediante la asignación de los movimientos de tráfico a un diagrama de fase de doble anillo, como fue mostrado anteriormente.

Según la primera ecuación se puede asumir que cada fase crítica tiene la misma relación v/c y este es igual a la relación de volumen crítico – capacidad. Esto solo es válido cuando la duración de verde efectivo para cada fase crítica i es proporcional a $y_{c,i}/\sum (y_{c,i})$

2.2.5.18 Determinación de las Demoras

La demora calculada en esta etapa representa la demora de control media experimentada por todos los vehículos que llegan durante el período de análisis. Incluye cualquier retraso incurrido por estos vehículos que todavía están en la cola después de que termina el período de análisis. La demora de control para un grupo determinado de carril se calcula utilizando la ecuación.

ECUACIÓN N°:16. DEMORA DE CONTROL

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

Dónde:

d = demora de control (s / veh),

d_1 = demora uniforme (s / veh),

d_2 = demora incremental (s / veh),

d_3 = demora de cola inicial (s / veh).

2.2.5.18.1 Conceptos

2.2.5.18.1 1 Demora Uniforme

La siguiente ecuación representa una forma de calcular la demora de las llegadas cuando se supone que son al azar en todo el ciclo.

También supone un período verde eficaz durante el ciclo y la velocidad de flujo de una saturación durante este período.

ECUACIÓN N°:17. DEMORA UNIFORME

$$d_1 = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - [\min(1, X) g/C]}$$

2.2.5.18.1 2 Demora incremental

La demora incremental consta de dos componentes de demora. Un componente representa la demora debido a un efecto aleatorio, de las fluctuaciones ciclo por ciclo en la demanda que ocasionalmente excede la capacidad. Este retraso se evidencia por la presencia de un desbordamiento de la cola al final del intervalo de verde (es decir, el fracaso de ciclo). El segundo componente representa la demora debido a una sobresaturación durante el periodo de análisis. Esta demora se produce cuando la demanda agregada durante el período de análisis excede la capacidad agregada. A veces se refiere como el componente de demora "determinista".

Factor de demora incremental

La ecuación para el cálculo de la demora incremental incluye una variable que representa el efecto del tipo de controlador de demora. Esta variable se denomina el factor de demora incremental "k". Varía en valor desde 0,04 hasta 0,50. Se recomienda un valor de factor de 0,50 para las fases fijas, fases coordinadas, y las fases establecidas en "recordar a máximo."

Calculo de la demora Incremental

El termino demora incremental representa la demora debido a la variación aleatoria en el número de llegada ciclo por ciclo. Además, supone la demora causada por una demanda que excede la capacidad durante el período de análisis. La cantidad por la que la demanda excede la capacidad durante el período de análisis se denomina aquí como "demanda insatisfecha". La ecuación de demora incremental se derivó mediante el uso de un supuesto de la no existencia de Cola inicial debido

a la demanda insatisfecha en el período de análisis precedente. Se presenta la siguiente ecuación:

ECUACIÓN N°:18. DEMORA INCREMENTAL

$$d_2 = 900T \left[(X_A - 1) + \sqrt{(X_A - 1)^2 + \frac{8kIX_A}{c_A T}} \right]$$

ECUACIÓN N°:19. RELACIÓN VOLUMEN/CAPACIDAD PROMEDIO

$$X_A = v/c_A$$

Donde X_A es el promedio de la relación de volumen a la capacidad y otras variables se definidas previamente.

I = se usa 1.0 cuando se trata de intersecciones aisladas

K = factor de demora incremental (0.50 para fases fijas)

T = duración del periodo de análisis (0.25h)

2.2.5.18.1 3 Demora de cola Inicial

El termino cola inicial representa la demora adicional incurrida debido a una cola inicial. Esta cola es el resultado de la demanda no satisfecha en el período anterior.

La demora media por vehículo está representada por la variable d_3 . El tamaño inicial de la cola se muestra como vehículos Q_b . La duración de tiempo durante el período de análisis para el que el efecto de la cola inicial todavía está presente está representado por la variable t . Esta duración de tiempo es igual al periodo de análisis. Sin embargo, puede ser menor que la duración del periodo de análisis para algunas condiciones de menor volumen.

Análisis de la cola Inicial

Al inicio del análisis de la cola inicial, dicha cola inicial que entraba para cada grupo de movimiento necesita ser convertida en una cola inicial para cada grupo de carril. Cuando hay una correlación uno a uno entre el grupo de movimiento y el grupo de carriles, a continuación, la cola



inicial para el grupo de carriles es igual a la cola de entrada inicial para el grupo de movimiento.

Cuando hay un carril compartido en una aproximación que tiene otro carril compartido o adicional a través de los carriles, a continuación, la cola de entrada inicial debe ser distribuida entre los grupos de carriles que sirven a los movimientos que comparten el carril.

Específicamente, la cola inicial para cada grupo de carril se calcula igual a la cola de entrada inicial multiplicado por el número de carriles en el grupo de carriles y dividido por el número total de compartido y carriles de paso.

La duración de la demanda insatisfecha se calcula en este paso para cada grupo de carriles con la ecuación 18 a 27 o la ecuación 18-28.

Si $V \geq c_s$, a continuación,

ECUACIÓN N°:20. DURACIÓN DE LA DEMANDA NO SATISFECHA CUANDO $V \geq c_s$

$$t = T$$

Si $v < c_s$, a continuación,

ECUACIÓN N°:21. DURACIÓN DE LA DEMANDA NO SATISFECHA CUANDO $v < c_s$

$$t = \frac{Q_b}{c_s - v} \leq T$$

Dónde

t = duración de la demanda no satisfecha en el período de análisis (h),

T = duración del período de análisis (h),

Q_b = cola inicial al comienzo del período de análisis (veh),

v = tasa de flujo (veh / h), y

c_s = capacidad saturada (veh / h).

Calculo de la demora Inicial

Si hay un grupo de carril que no tiene una cola inicial, entonces la demora de cola inicial (d_3), es igual a 0,0 s/veh. Si una cola inicial está presente para cualquier grupo de carriles en la intersección, entonces se calcula con la siguiente ecuación:

ECUACIÓN N°:22. DEMORA DE COLA INICIAL

$$d_3 = \frac{3600}{vT} \left(t_A \frac{Q_b + Q_e + Q_{eo}}{2} + \frac{Q_e^2 - Q_{eo}^2}{2c_A} - \frac{Q_b^2}{2c_A} \right)$$

Con:

ECUACIÓN N°:23. COLA AL FINAL DEL PERIODO DE ANALISIS

$$Q_e = Q_b + t_A(v - c_A)$$

Si $V \geq c_A$, a continuación,ECUACIÓN N°:24. COLA AL FINAL DEL PERIODO DE ANÁLISIS CUANDO $V \geq c_A$

$$Q_{eo} = T(v - c_A)$$

$$t_A = T$$

Si $v < c_A$, a continuación,ECUACIÓN N°:25. COLA AL FINAL DEL PERIODO DE ANÁLISIS CUANDO $V < c_A$

$$Q_{eo} = 0.0 \text{ veh}$$

Con

ECUACIÓN N°:26. DURACIÓN DE LA DEMANDA NO SATISFECHA CUANDO $V < c_A$

$$t = \frac{Q_b}{c_s - v} \leq T$$

Dónde:

t_A = duración ajustada de la demanda no satisfecha en el período de análisis (h),

Q_e = cola al final del período de análisis (veh),

Q_{e0} = cola al final del período de análisis cuando $v \geq c_A \geq y$ y $Q_b = 0,0$ (veh), y otras variables como se definió previamente.

2.2.5.19 Calculo del Nivel de Servicio

La tabla se utiliza para determinar los Niveles de Servicio (NS) para cada grupo de carril, cada aproximación, y la intersección como un todo. El Nivel de Servicio es una indicación de la aceptabilidad de los niveles de demora de los conductores en la intersección. También puede indicar una operación sobresaturado inaceptable para los grupos de carriles individuales.

TABLA 25. Criterios de Nivel de Servicio para Automóviles

Demora de Control (s/veh)	Nivel de Servicio por la relación Volumen-Capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1.0
≤ 10	A	F
$> 10 - 20$	B	F
$> 20 - 35$	C	F
$> 35 - 55$	D	F
$> 55 - 80$	E	F
> 80	F	F

FUENTE. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010). TRB. Adaptación Propia

Para determinar el Nivel de Servicio de toda la Intersección se usa la fórmula:

ECUACIÓN N°:27. DEMORA DE LA INTERSECCIÓN

$$d_{inter} = \frac{(d1 * v1 + d2 * v2 + dn * vn)}{(v1 + v2 + In)}$$

Donde: d_{inter} = demora de la intersección

$d1$ = demora del primer grupo de carril

$d2$ = demora del segundo grupo de carril



- dn = demora del "n" grupo de carril
- v1 = volumen del primer grupo de carril
- v2 = volumen del segundo grupo de carril
- vn = intensidad del "n" grupo de carril

2.2.6. Unidades de muestreo

Se divide la vía en secciones o "unidades de muestreo", cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m:
El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 230.0 ± 93.0 m².

TABLA N°26: Tabla longitud de muestra

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

FUENTE: Ing. Luis Ricardo V., 2002 Índice de condición del pavimento (PCI).

2.2.6.1 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.

En la "evaluación de una red vial" puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la "evaluación de un proyecto" se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del $PCI \pm 5$ del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.



Ecuación N° 28: Ecuación para determinar las unidades de muestreo

$$n = \frac{Ns^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right) * (N - 1) + s^2}$$

FUENTE: Ing. Luis Ricardo V., 2002 Índice de condición del pavimento (PCI).

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e= 5%)

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35), en inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse.

2.2.6.2 Selección de las unidades de muestreo.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

Ecuación N° 29: Ecuación para determinar las unidades de muestreo

$$i = N/n$$

FUENTE: Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Donde:



N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i.

Así, si $i = 3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S+ 1), (S+ 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

2.2.6.3 Evaluación de condición

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de esta metodología para obtener un valor del PCI confiable.

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u "hoja de información de exploración de la condición" para cada unidad de muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como

dispositivos de señalización, seguridad y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

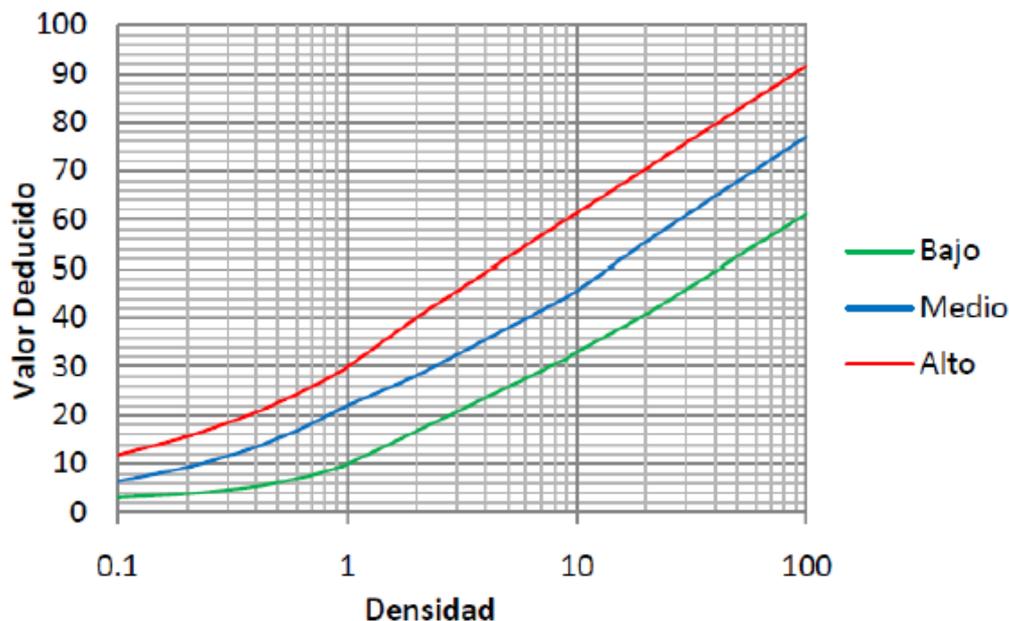
Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Cálculo de los Valores Deducidos:

El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo. Divida la “CANTIDAD” de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el “ÁREA TOTAL” de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la “DENSIDAD” del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

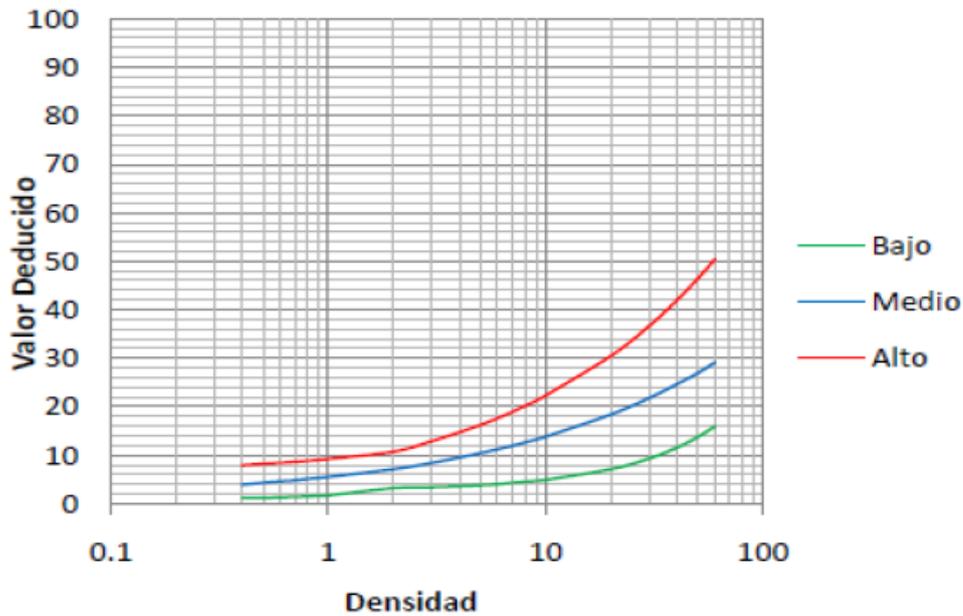
Determine el “VALOR DEDUCIDO” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño”, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

TABLA N°27: Curvas para Piel de Cocodrilo



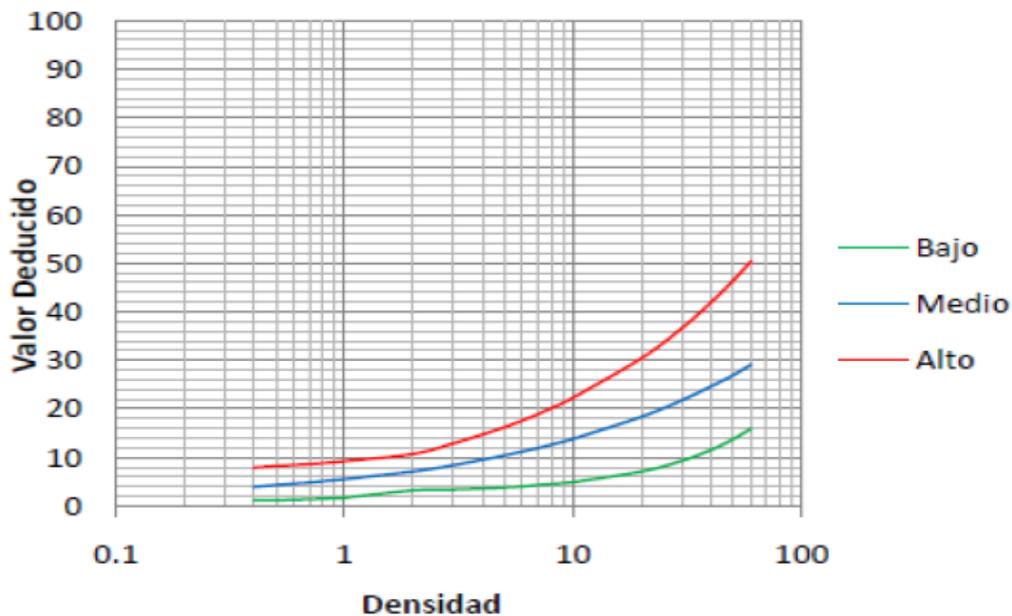
Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

TABLA N°28: Curvas para Exudación



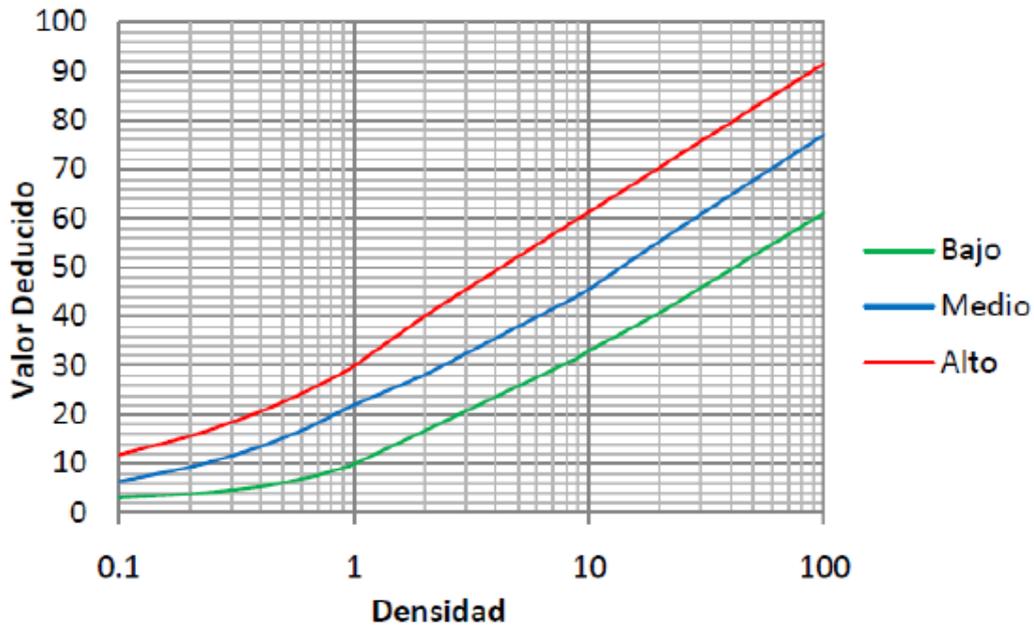
Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

TABLA N°29: Curvas para Fisuras en Bloque.



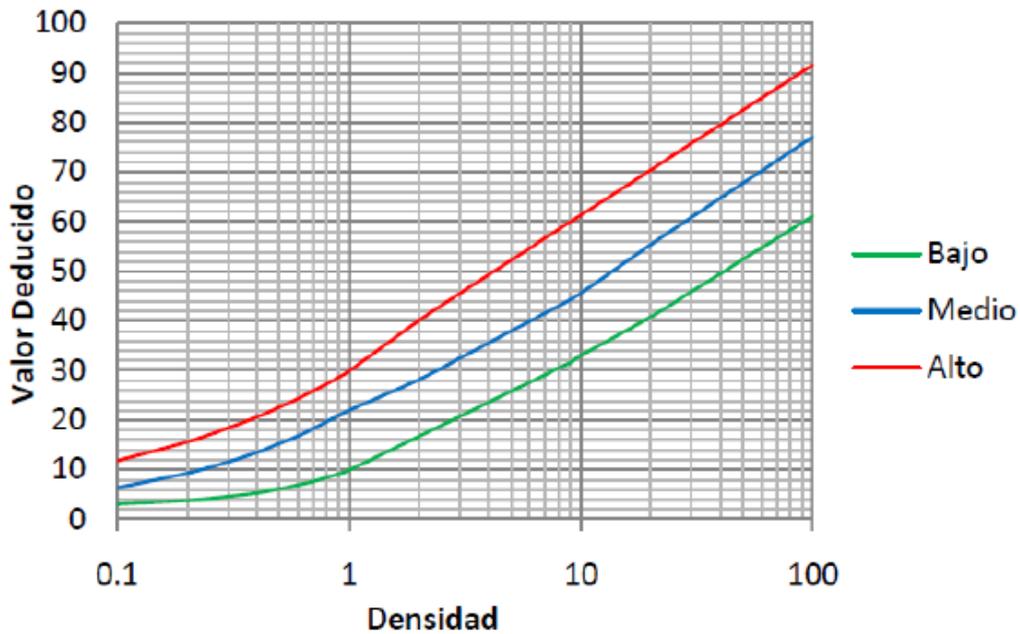
Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

TABLA N°30: Curvas para corrugación.



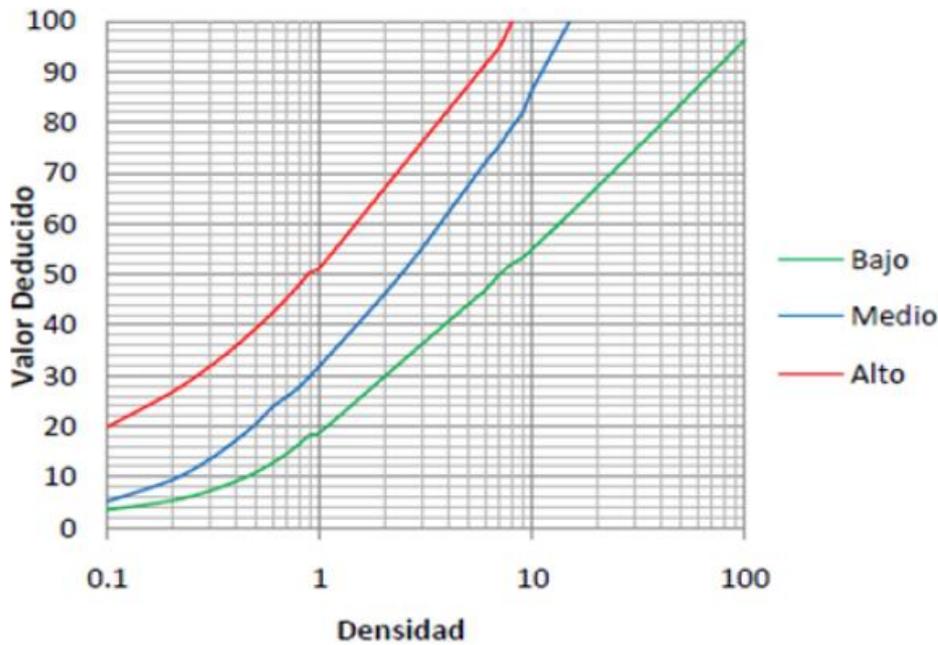
Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

TABLA N°31: Curvas para fisuras de borde.



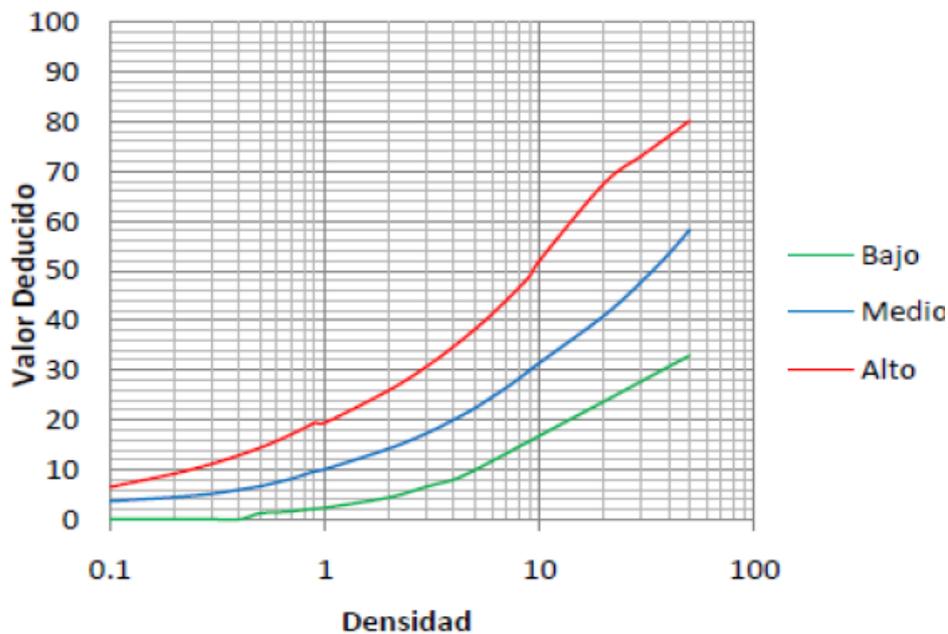
Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

TABLA N°32: Curvas para Longitudinales y transversales.



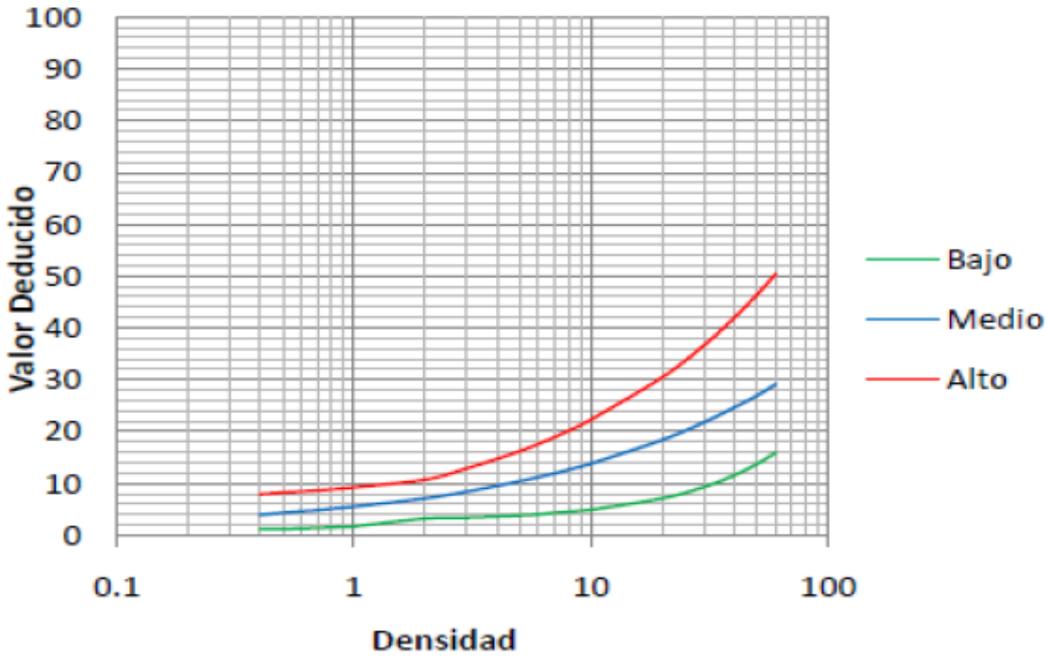
Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

TABLA N°33: Curvas para parches.



Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

TABLA N°34: Curvas para baches.



Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos

Si ninguno o sólo uno de los V.D. es mayor que dos, se usa el “Valor Total de Deducción” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido (C.D.V.)”.

De lo contrario, deben seguirse el siguiente paso: Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor. y desarrolle la Ecuación 3:

Ecuación N° 03: Número Máximo Admisible de Valores Deducidos

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Donde:

m_i = Numero maximo admisible de valores deducidos, incluyendo

fraccion, para la unidad de muestreo i.

HDV_i = El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo.



Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

El número de valores individuales deducidos se reduce a “mi”, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que “mi” se utilizan todos los que se tengan.

Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido (C.D.V.)”

Este valor se determina mediante un proceso iterativo y consiste en determinar el número de valores deducidos mayores que 2.0 que se denomina (cantidad de datos), luego se determina el Valor deducido total que resulta de sumar todos los valores individuales y para obtener el valor del CDV se debe recurrir a la tabla N° 32, se debe repetir el procedimiento de tal forma en que cada iteración se reduzca a 2.0 el dato de menor valor de los que hayan superado el valor deducido de 2.0 (condición inicial o anterior) que junto al Valor deducido total que no cambiara de valor (siempre será el valor inicial) se debe ingresar a la tabla N° 32 y tomar el valor correspondiente de CDV.

Una vez que el valor de sea igual a 1 se detendrá la iteración. Una vez obtenidos todos los valores de CDV se tomará el mayor y este será el Máximo valor deducido corregido.

CÁLCULO DE PCI:

El valor de PCI para la unidad de muestreo será el restando de 100 el Máximo valor obtenido en la etapa anterior.

CÁLCULO DEL PCI DE UNA SECCIÓN DE PAVIMENTO

Se pueden presentar 3 casos:

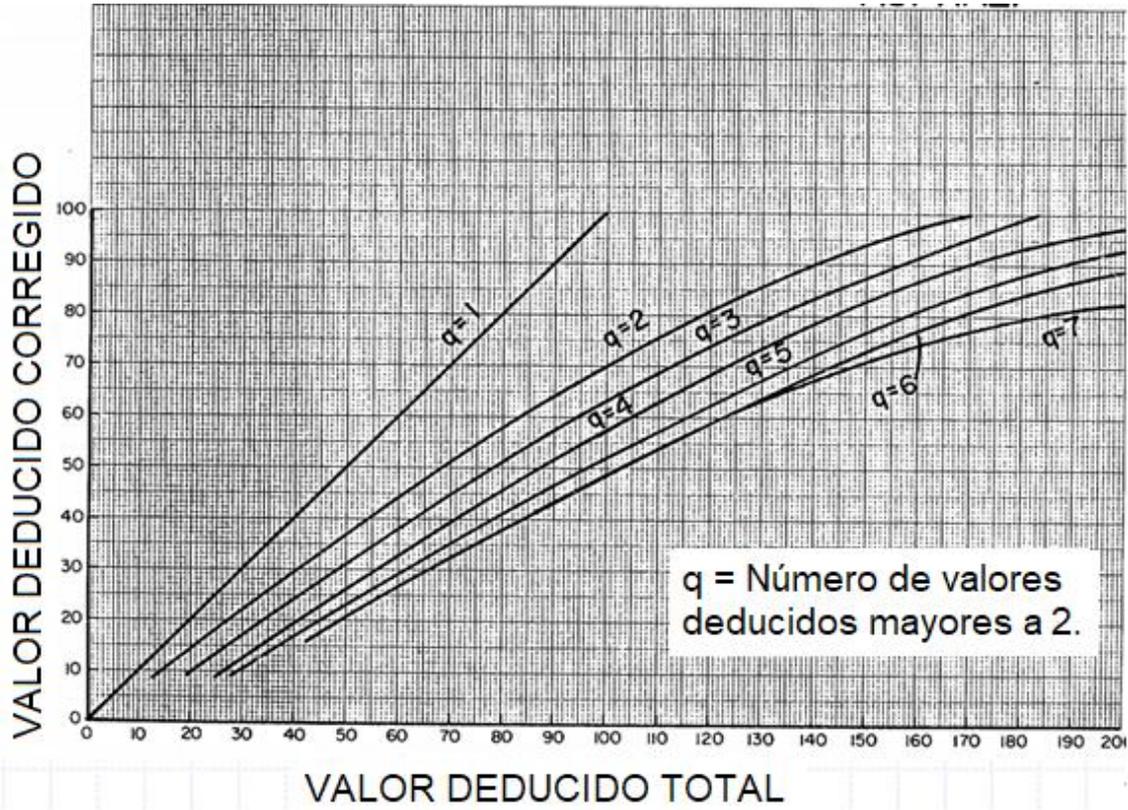
Caso 1 Si todas las unidades de muestreo fueron tomadas para determinar el PCI de la sección del pavimento el valor del PCI final será el promedio de los PCI calculados para cada unidad de muestreo.

Caso 2 Si se utilizó la técnica del muestreo y la selección de las unidades se realizó mediante la técnica aleatoria y no existieron muestras

adicionales el PCI de la sección de pavimento será el promedio de los PCI calculados de cada unidad de muestreo.

Caso 3 Si se utilizó unidades de muestreo adicionales se determina el valor del PCI final mediante la siguiente ecuación:

TABLA N°35: Curva para evaluación del valor deducido total



Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.





CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Metodología de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación:

CUANTITATIVA – APLICATIVA:

El proceso es secuencial, deductivo y probatorio, cada etapa precede a la siguiente y la analiza de manera objetiva. Parte de una idea que, al ser delimitada, surgen los objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye una perspectiva teórica.

De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas que corresponde a la etapa de diseño y se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas y se establece una serie de conclusiones respecto de la hipótesis para determinar el nivel de servicio en las vías principales de estudio.

Además, es aplicativa porque describe, explica y predice fenómenos a través de una evaluación directa, no sólo teórica para cada una de las vías estudiadas. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

3.1.2 Nivel:

Es de nivel descriptivo porque describe, propiamente dicho, fenómenos, situaciones, contextos y eventos; detalla cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de los procesos y fenómenos que se sometan al análisis. (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014)).

Muestra con precisión las dimensiones de un fenómeno a través de la definición de qué es lo que mediremos (variables: nivel de servicio, flujo vehicular y estado de los pavimentos) y sobre a qué o quienes se recolectarán los datos (vehículos que transitan las vías en estudio y conductores).

Y tiene connotaciones de nivel correlacional porque pretende conocer la relación que exista entre dos o más variables en un contexto en particular, teniendo definidos una asociación entre causa – efecto, es decir, el estado



de las fallas en los pavimentos y el flujo vehicular tendrán un efecto directo con la determinación del nivel de servicio en cada vía de estudio.

3.1.3 Método:

Es hipotético porque parte de observaciones y análisis, a partir de los cuales se formulan hipótesis que serán comprobadas mediante experimentos.

Es deductivo porque al elaborar la hipótesis explica un fenómeno de manera racional, para luego someterla a prueba en un experimento y verificarla.

Entonces, se considera como método hipotético – deductivo porque parte de la observación del fenómeno, crea una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deduce las consecuencias más elementales que la propia hipótesis, y finalmente verifica la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia tal como se aplicó a cada una de las vías principales de estudio con sus respectivas hipótesis y finalmente conclusiones para la verificación.(Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014)).

Fases del método hipotético-deductivo.

- Planteamiento del problema.
- Creación de hipótesis.
- Deducciones de consecuencias de la hipótesis.
- Contrastación: Refutada o aceptada.

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Diseño metodológico

Es de tipo NO EXPERIMENTAL, debido a que se analizan las condiciones de las vías tal y como se presentan en la realidad sin alteraciones inducidas por el investigador; y en base a ello se determina el nivel de servicio de las vías. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

- Selección las principales vías de la localidad de Urubamba.
- Conteo vehicular por 7 días en cada una de las vías seleccionadas.

- Descripción de las fallas en las superficies de rodadura por vía.
- Con los datos obtenidos se harán los cálculos requeridos.
- Se determinará el nivel de servicio con los datos calculados.
- Presentación de resultados obtenidos.
- Conclusiones que se determinan del estudio realizado.
- Recomendaciones para mejorar y optimizar el nivel de servicio.

3.2.2. Diseño de ingeniería:

Esta investigación es TRANSVERSAL, dado que la recolección de datos se desarrolla en un espacio determinado de tiempo, con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado; en base a ello se determina el Nivel de Servicio de las Vías.

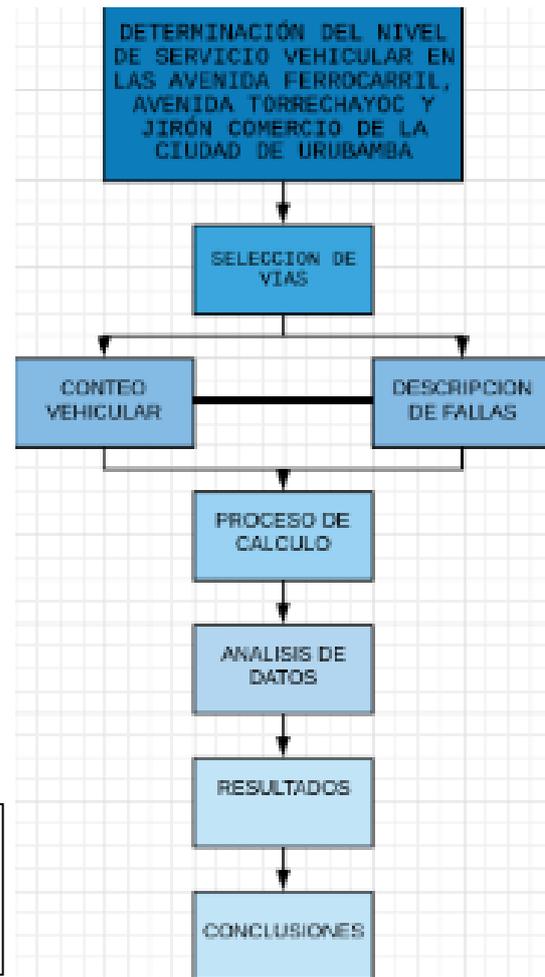


Figura N° 27- Diseño de la investigación

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.1. Selección de las vías:

La investigación la iniciaremos con la selección de las principales vías de Urubamba, mediante el uso de los parámetros de inclusión definidos anteriormente, es decir, que pertenezcan a la localidad de Urubamba, sean vías principales del lugar y que tengan una estructura de pavimento rígido o pavimento flexible.

FIGURA N°28: Avenida Ferrocarril Tramo 02



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°29: Avenida Ferrocarril Tramo 01



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°30: Intersección Ferrocarril - Mariscal Castilla.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. Conteo vehicular:

Definiremos las características del flujo vehicular actual de cada una de las vías escogidas en la muestra, mediante un conteo vehicular que durará 7 días.

El primer día se realizará un conteo de 13 horas (7 horas a 20 horas), para determinar los horarios críticos, llamados también HORAS PUNTAS, con esta base, procederemos a hacer el conteo los días restantes en cada vía establecida en las horas críticas de la mañana, tarde y noche (7 horas a 9 horas; 12 horas a 14 horas; 18 horas a 20 horas respectivamente).

Se escoge este día como representativo porque las condiciones de tránsito vehicular y peatonal son las más altas o críticas (fin de semana y día de feria local) el movimiento y transporte es continuo pues los pobladores aprovechan este día para realizar labores que no pueden desarrollar en toda la semana.

El primer día, domingo 4 de junio del 2017, se realizó un conteo de 13 horas (7 horas a 20 horas), para determinar los horarios críticos, llamados también: HORAS PUNTA.

Con esta base se procedió a hacer el conteo los días: jueves 08, viernes 09, sábado 10, domingo 11, lunes 12, martes 13 y miércoles 14 en cada vía en las horas críticas de la mañana, tarde y noche (7 horas a 9 horas; 12 horas a 14 horas; 18 horas a 20 horas respectivamente).

FIGURA N°31: Inicio de Avenida Ferrocarril Tramo 01



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°32: Fin de Avenida Ferrocarril Tramo 03



Fuente: Elaboración propia



3.2.2.3. Descripción de fallas:

Evaluaremos el estado en el que se encuentran las superficies de rodadura y describiremos detalladamente cada falla encontrada en las vías, haciendo uso de las “Guías de Observación de Campo” destinadas a este proceso.

Esta evaluación se hará en cada una de las 5 vías muestrales.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

3.3.1.1 Descripción de la población

La población seleccionada pertenece a: las principales vías de la localidad de Urubamba

- De mayor tránsito peatonal y vehicular, las cuales, por ser de mayor importancia, necesitan mayor estudio
- Ser avenidas o jirones.
- Ser de doble sentido
- Ser de pavimento rígido o flexible

3.3.1.2 Cuantificación de la población: 3 vías y 3 intersecciones:

- Jirón Comercio
- Avenida Torrechayoc
- Avenida Ferrocarril
- Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla.
- Intersección Ferrocarril – Torrechayoc.
- Intersección Ferrocarril – Comercio.

3.3.2 Muestra

3.3.2.1 Descripción de la muestra

La muestra seleccionada pertenece a las principales vías de Urubamba.



Se trata de un muestreo censal, porque la muestra coincide con la población, en este caso:

3.3.2.2 Cuantificación muestra: 3 vías y 3 intersecciones:

- Jirón Comercio
- Avenida Torrechayoc
- Avenida Ferrocarril
- Intersección Ferrocarril – Mariscal Castilla.
- Intersección Ferrocarril – Torrechayoc.
- Intersección Ferrocarril – Comercio.

3.2.2.2.1. Detalles de las vías.

- Vía 1:
 - Nombre: Avenida Ferrocarril tramo 1.
 - Largo promedio: 1156.2 m.
 - Ancho promedio: 3.56 m.
 - Ancho promedio de calzada: 7.86 m.
 - Tipo de calzada: Pavimento flexible.

- Vía 2:
 - Nombre: Avenida Ferrocarril tramo 2.
 - Largo promedio: 624.5m.
 - Ancho promedio: 4.8 m.
 - Ancho promedio de calzada: 9.58 m.
 - Tipo de calzada: Pavimento flexible.

- Vía 3:
 - Nombre: Avenida Ferrocarril tramo 3.
 - Largo promedio: 658.2m.
 - Ancho promedio: 4.38 m.
 - Ancho promedio de calzada: 8.71 m.
 - Tipo de calzada: Pavimento flexible.



- Vía 4:
 - Nombre: Avenida Torrechayoc.
 - Largo Promedio: 359.7 m.
 - Ancho promedio: 3.6 m.
 - Ancho promedio de calzada: 7.68 m.
 - Tipo de calzada: Mixto.

- Vía 5:
 - Nombre: Jirón Comercio
 - Largo promedio: 234.6 m.
 - Ancho promedio: 3.5 m.
 - Ancho promedio de calzada: 7.1 m.
 - Tipo de calzada: Mixto.

3.3.2.3 Método de muestreo

Es de tipo no probabilístico, un método de muestreo por conveniencia, caracterizado por obtener muestras representativas mediante una selección intencional de los elementos de la población.

Se prioriza factores como la accesibilidad, la proximidad a la muestra y el conocimiento previo que permite la selección de cada una de las 5 vías de estudio. .(Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. 2014).

3.3.2.4 Criterios de evaluación de muestra

La muestra se ha evaluado mediante los instrumentos metodológicos, como por ejemplo las guías de observación (conteos vehiculares, descripción y evaluación de fallas) entrevistas y guías de análisis documental.

Para la evaluación directa, se ha utilizado el instrumental de ingeniería, es decir, los equipos requeridos como winchas, radios, entre otros.



3.3.3 Criterios de inclusión

Al ser la muestra de tipo censal, no se requieren criterios de inclusión, sin embargo, para efectos de respaldar la muestra en estudio, se considera que los criterios que determinamos para la inclusión son:

- Ser vías principales: de mayor tránsito peatonal y vehicular, las cuales, por ser de mayor importancia, necesitan mayor estudio.
- El tipo de superficie de rodadura: la investigación se limita a los pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.
- Ser de doble sentido: Las Avenidas y Jirones a estudiar serán de doble sentido ya que el tránsito es mayor y se puede obtener más datos

3.4. Instrumentos

3.4.1 instrumentos metodológicos:

3.4.1.1. Guías de Observación.

- Guía de Observación Preliminar N°00: Conteo vehicular - 13 hrs.
- Guía de Observación N°01: Conteo vehicular - horas punta.
- Guía de Observación N°02: Evaluación de falla o deterioro.
- Guía de Observación N°05: Resumen Conteo
- Guía de Observación N°06: Conteo intersecciones
- Guía de Observación N°06: Datos intersecciones

3.4.1.2. Procesamiento de datos.

- Procesamiento de datos N°01: Velocidad a flujo libre.
- Procesamiento de datos N°02: Máximo volumen diario.
- Procesamiento de datos N°03: Tasa de flujo máximo.
- Procesamiento de datos N°04: Determinación de VHMD y FHMD.
- Procesamiento de datos N°05: Det. de VHMD y FHMD ambos sentidos.
- Procesamiento de datos N°06: Velocidad media de viaje.
- Procesamiento de datos N°07: Tasa de flujo bajo.



- Procesamiento de datos N°08: % tiempo empleado en seguimiento.
- Procesamiento de datos N°09: % tiempo empleado en seguimiento.
- Procesamiento de datos N°10: Tasa de flujo bajo.
- Procesamiento de datos N°11: Nivel de servicio.
- Procesamiento de datos N°12: Ancho y largo de calzada.
- Procesamiento de datos N°13: Unidad de muestra.
- Procesamiento de datos N°14: Número mínimo de unidades de muestreo.
- Procesamiento de datos N°15: Selección de las unidades de muestreo.
- Procesamiento de datos N°15: PCI FINAL.



Tabla N°36: Guía de Observación N°00 Y 01: CONTEO VEHICULAR

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°00								
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC Y JR. COMERCIO DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro							
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba							
CALLE:								
FECHA:								
CONTEO VEHICULAR								
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA	
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES	
								
MAÑANA								
7:00 - 7:10								
7:10 - 7:20								
7:20 - 7:30								
7:30 - 7:40								
7:40 - 7:50								
7:50 - 8:00								
8:00 - 8:10								
8:10 - 8:20								
8:20 - 8:30								
8:30 - 8:40								
8:40 - 8:50								
8:50 - 9:00								
9:00 - 9:10								
9:10 - 9:20								
9:20 - 9:30								
9:30 - 9:40								
9:40 - 9:50								
9:50 - 10:00								
10:00 - 10:10								
10:10 - 10:20								
10:20 - 10:30								
10:30 - 10:40								
10:40 - 10:50								
10:50 - 11:00								
11:00 - 11:10								
11:10 - 11:20								
11:20 - 11:30								
11:30 - 11:40								
11:40 - 11:50								
11:50 - 12:00								
12:00 - 12:10								
12:10 - 12:20								
12:20 - 12:30								
12:30 - 12:40								
12:40 - 12:50								
12:50 - 13:00								
13:00 - 13:10								
13:10 - 13:20								
13:20 - 13:30								
13:30 - 13:40								
13:40 - 13:50								
13:50 - 14:00								
14:00 - 14:10								
14:10 - 14:20								
14:20 - 14:30								
14:30 - 14:40								
14:40 - 14:50								
14:50 - 15:00								
15:00 - 15:10								
15:10 - 15:20								
15:20 - 15:30								
15:30 - 15:40								
15:40 - 15:50								
15:50 - 16:00								
16:00 - 16:10								
16:10 - 16:20								
16:20 - 16:30								
16:30 - 16:40								
16:40 - 16:50								
16:50 - 17:00								
17:00 - 17:10								
17:10 - 17:20								
17:20 - 17:30								
17:30 - 17:40								
17:40 - 17:50								
17:50 - 18:00								
18:00 - 18:10								
18:10 - 18:20								
18:20 - 18:30								
18:30 - 18:40								
18:40 - 18:50								
18:50 - 19:00								
19:00 - 19:10								
19:10 - 19:20								
19:20 - 19:30								
19:30 - 19:40								
19:40 - 19:50								
19:50 - 20:00								

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°01								
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC Y JR. COMERCIO DE LA CIUDAD DE URUBAMBA.					CROQUIS		
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro							
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba							
CALLE:								
FECHA:								
CONTEO VEHICULAR								
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA	
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES	
MAÑANA								
7:00 - 7:10								
7:10 - 7:20								
7:20 - 7:30								
7:30 - 7:40								
7:40 - 7:50								
7:50 - 8:00								
8:00 - 8:10								
8:10 - 8:20								
8:20 - 8:30								
8:30 - 8:40								
8:40 - 8:50								
8:50 - 9:00								
TARDE								
12:00 - 12:10								
12:10 - 12:20								
12:20 - 12:30								
12:30 - 12:40								
12:40 - 12:50								
12:50 - 13:00								
13:00 - 13:10								
13:10 - 13:20								
13:20 - 13:30								
13:30 - 13:40								
13:40 - 13:50								
13:50 - 14:00								
NOCHE								
18:00 - 18:10								
18:10 - 18:20								
18:20 - 18:30								
18:30 - 18:40								
18:40 - 18:50								
18:50 - 19:00								
19:00 - 19:10								
19:10 - 19:20								
19:20 - 19:30								
19:30 - 19:40								
19:40 - 19:50								
19:50 - 20:00								

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°37: Guía de Observación N°02: EVALUACIÓN DE FALLAS O DETERIOROS.

		METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS FLEXIBLES							
GUIA DE OBSERCAION N°02									
Ubicación:			Localidad: <i>Urubamba</i>			Fecha:			
Tramo:		Unidad muestrada:		Progresiva: -					
Area de la muestra (m²):			Ejecutor: <i>Jean Christian Gabriel Chacon Castro</i>						
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m²	11.- Parcheo	m²	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= Lm=				
2.- Exudación	m²	12.- Agregados pulidos	m²						
3.- Fisuras en bloque	m²	13.- Baches/huecos	Nº						
4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de via férrea.	m²						
5.- Corrugacion	m²	15.- Ahuellamiento	m²						
6.- Depresiones	m²	16.- Desplazamiento	m²						
7.- Fisura de borde	m	17.- Fisura parabolica o por d	m²						
8.- Fisura de reflexión de junt	m	18.- Hinchamiento	m²						
9.- Desnivel de carril-berma.	m	19.- Disgregación y desgaste	m²						
10.- Fisuras long. y transv.	m								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
L M H L M H L M H									
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L M H L M H L M H									
TOTAL POR FALLA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCIDO	PCI = 100 - VDC CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	0.00					
MAXIMO VALOR CORREGIDO DEDUCIDO			CDV =						
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS			mi =						
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1									
2									
3									
4									

Fuente: Elaboración propia



3.4.2 Instrumentos de ingeniería:

3.4.2.1. Conteo Vehicular.

- Cronómetro.
- Lapiceros.
- Tablero.

3.4.2.2. Evaluación de fallas.

- Wincha
- Regla
- Cámara Fotográfica
- Guía de fallas PCI.

3.5. Procedimientos de recolección de datos

3.5.1 Conteo vehicular.

3.5.1.1 Equipos utilizados en la prueba

- Cronómetro
- Guías de observación n°1
- Lapiceros.
- Tablero.

3.5.1.2 PROCEDIMIENTO

El primer día se realizó un conteo de 13 horas, empezando a las 7 horas y terminando a las 20 horas, lapso de tiempo en el que hay flujo vehicular continuo, para de esta manera determinar los horarios críticos, llamados también: HORAS PUNTA.

Con esta base, se procedió a hacer el conteo los 7 días siguientes en cada vía establecida en las horas críticas de la mañana, tarde y noche por dos horas. (7 horas a 9 horas; 12 horas a 14 horas; 18 horas a 20 horas respectivamente).

3.5.1.3 TOMA DE DATOS

3.5.1.3.1. Conteo vehicular de 13 horas.

TABLA N°39: Conteo vehicular general de 13 horas.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05 (GENERAL)				
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro			
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba			
CONTEO VEHICULAR GENERAL DE 13 HORAS				
HORARIO	SENTIDO	Ferrocarril Tramo 1	Ferrocarril Tramo 2	Ferrocarril Tramo 3
7 hrs a 20 hrs	SUBIDA	3196	3192	1847
	BAJADA	2769	2529	1785
TOTAL	TOTAL	5965	5721	3632

FUENTE: Elaboración propia.

3.5.1.3.2. Conteo vehicular en horas punta.

3.5.1.3.2.1. Conteo vehicular en horas punta (08 de junio).

TABLA N°40: Conteo vehicular en horas punta - 08 de junio

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05 (POR DÍA)				
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro			
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba			
CONTEO VEHICULAR: DÍA 08/06/2017				
HORARIO	HORAS	Ferrocarril Tramo 1	Ferrocarril Tramo 2	Ferrocarril Tramo 3
MAÑANA	7 hrs. a 8 hrs.	490	434	287
	8 hrs. a 9 hrs.	470	450	304
TARDE	12 hrs. a 13 hrs.	495	405	315
	13 hrs. a 14 hrs.	464	283	249
NOCHE	18 hrs. a 19 hrs.	470	520	283
	19 hrs. a 20 hrs.	481	534	315

FUENTE: Elaboración propia.

3.5.1.3.2.2. Conteo vehicular en horas punta (09 de Junio).

TABLA N°41: Conteo vehicular en horas punta - 09 de Junio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05 (POR DÍA)					
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA				
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro				
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba				
CONTEO VEHICULAR: DÍA 09/06/2017					
HORARIO	HORAS	Ferrocarril Tramo 1	Ferrocarril Tramo 2	Ferrocarril Tramo 3	
MAÑANA	7 hrs. a 8 hrs.	354	420	116	
	8 hrs. a 9 hrs.	333	378	93	
TARDE	12 hrs. a 13 hrs.	259	221	85	
	13 hrs. a 14 hrs.	293	222	96	
NOCHE	18 hrs. a 19 hrs.	176	98	32	
	19 hrs. a 20 hrs.	141	88	35	

FUENTE: Elaboración propia.

3.5.1.3.2.3. Conteo vehicular en horas punta (10 de Junio).

TABLA N°42: Conteo vehicular en horas punta - 10 de Junio

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05 (POR DÍA)					
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA				
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro				
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba				
CONTEO VEHICULAR: DÍA 10/06/2017					
HORARIO	HORAS	Ferrocarril Tramo 1	Ferrocarril Tramo 2	Ferrocarril Tramo 3	
MAÑANA	7 hrs. a 8 hrs.	353	328	189	
	8 hrs. a 9 hrs.	532	395	172	
TARDE	12 hrs. a 13 hrs.	485	435	163	
	13 hrs. a 14 hrs.	553	519	211	
NOCHE	18 hrs. a 19 hrs.	483	353	135	
	19 hrs. a 20 hrs.	555	455	163	

FUENTE: Elaboración propia.

3.5.1.3.2.4. Conteo vehicular en horas punta (11 de Junio).

TABLA N°43: Conteo vehicular en horas punta - 11 de Junio

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05 (POR DÍA)				
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro			
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba			
CONTEO VEHICULAR: DÍA 11/06/2017				
HORARIO	HORAS	Ferrocarril Tramo 1	Ferrocarril Tramo 2	Ferrocarril Tramo 3
MAÑANA	7 hrs. a 8 hrs.	496	407	135
	8 hrs. a 9 hrs.	552	485	163
TARDE	12 hrs. a 13 hrs.	573	395	181
	13 hrs. a 14 hrs.	457	452	175
NOCHE	18 hrs. a 19 hrs.	418	425	207
	19 hrs. a 20 hrs.	440	409	201

FUENTE: Elaboración propia.

3.5.1.3.2.5. Conteo vehicular en horas punta (12 de Junio).

TABLA N°44: Conteo vehicular en horas punta - 12 de Junio

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05 (POR DÍA)				
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro			
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba			
CONTEO VEHICULAR: DÍA 12/06/2017				
HORARIO	HORAS	Ferrocarril Tramo 1	Ferrocarril Tramo 2	Ferrocarril Tramo 3
MAÑANA	7 hrs. a 8 hrs.	412	352	195
	8 hrs. a 9 hrs.	395	374	196
TARDE	12 hrs. a 13 hrs.	547	467	190
	13 hrs. a 14 hrs.	433	422	201
NOCHE	18 hrs. a 19 hrs.	457	430	208
	19 hrs. a 20 hrs.	390	284	210

FUENTE: Elaboración propia.

3.5.1.3.2.6. Conteo vehicular en horas punta (13 de Junio).

TABLA N°45: Conteo vehicular en horas punta - 13 de Junio

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05 (POR DÍA)				
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro			
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba			
CONTEO VEHICULAR: DÍA 13/06/2017				
HORARIO	HORAS	Ferrocarril Tramo 1	Ferrocarril Tramo 2	Ferrocarril Tramo 3
MAÑANA	7 hrs. a 8 hrs.	396	372	163
	8 hrs. a 9 hrs.	543	510	170
TARDE	12 hrs. a 13 hrs.	440	470	86
	13 hrs. a 14 hrs.	477	454	112
NOCHE	18 hrs. a 19 hrs.	484	486	32
	19 hrs. a 20 hrs.	449	485	38

FUENTE: Elaboración propia.

3.5.1.3.2.7. Conteo vehicular en horas punta (14 de Junio).

TABLA N°46: Conteo vehicular en horas punta - 14 de Junio

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
GUÍA DE OBSERVACIÓN N°05 (POR DÍA)				
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro			
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba			
CONTEO VEHICULAR: DÍA 14/06/2017				
HORARIO	HORAS	Ferrocarril Tramo 1	Ferrocarril Tramo 2	Ferrocarril Tramo 3
MAÑANA	7 hrs. a 8 hrs.	414	461	198
	8 hrs. a 9 hrs.	417	368	206
TARDE	12 hrs. a 13 hrs.	545	456	197
	13 hrs. a 14 hrs.	516	451	234
NOCHE	18 hrs. a 19 hrs.	487	411	240
	19 hrs. a 20 hrs.	508	369	221

FUENTE: Elaboración propia.



3.5.2 Determinación de la capacidad y nivel de servicio de intersecciones

3.5.2.1 Equipos utilizados en la prueba

- Cronómetro
- Guías de observación n°1
- Lapiceros.
- Tablero.

3.5.2.2 Procedimiento

Se realiza conteos en la intersecciones seleccionadas, en las horas punta que ya obtuvimos en el paso anterior, de la mañana, tarde y noche por dos horas. (7 horas a 9 horas; 12 horas a 14 horas; 18 horas a 20 horas respectivamente).

3.5.3 Descripción y análisis de fallas:

3.5.3.1 Equipos utilizados en la prueba

- Guía de observación
- Wincha
- Cámara fotográfica

3.5.3.2 Procedimiento

Se realiza una descripción breve de las fallas existentes en cada una de las cinco vías, cuantificando sus diferentes detalles: profundidad, largo, ancho y área total que ocupa, respaldados por el número de fotografía representativa.



3.6. Procedimiento de análisis de datos.

3.6.1. Cálculo del nivel de servicio.

Para el cálculo de nivel de servicio se tiene que definir primero cuál de las clases se debe utilizar ya que poseen diferentes procedimientos, en este caso opte por la clase 1 ya que se quiere evaluar la vía como una vía de tránsito (PE 28B).

3.6.1.1. Cálculo de la Velocidad a Flujo Libre (FFS).

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Para calcular la velocidad a flujo libre, primero estimamos el valor de flujo libre base BFFS, para este caso, por ser una vía de zona urbana y por conocer las condiciones de operación de vías similares, establecemos 80km/h.

Seguidamente realizamos los ajustes por ancho de carril y acotamiento al igual que por puntos de acceso extrayendo los valores de las tablas N° 06 y N° 07 presentadas anteriormente.

Finalmente se hace uso de la ecuación de la velocidad a flujo libre, de ésta manera tuvimos los siguientes resultados para cada vía:

TABLA N°47: Cálculo de la velocidad a flujo libre – Ferrocarril tramo 1.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°01		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC y AV. MARISCAL CASTILLA DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
CALLE:	Av. Ferrocarril Tramo 1	
VELOCIDAD A FLUJO LIBRE		
Calle: Av. Ferrocarril Tramo 1		
FFS = BFFS - f_{LS} - f_A		
BFFS =	80 Km/hra (URBANO)	
AJUSTE POR ANCHO DE CARRIL Y ACOTAMIENTO		f _{LS}
Ancho de Carril:	3.56m.	7.5 km/h.
AJUSTE POR PUNTOS DE ACCESO		f _A
Densidad de puntos de acceso:	6	4 km/h.
FFS = BFFS - f_{LS} - f_A		
FFS = 68.5 km/h (42.6 mi/h)		

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°48: Cálculo de la velocidad a flujo libre – Ferrocarril tramo 2

PROCESAMIENTO DE DATOS N°01		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC y AV. MARISCAL CASTILLA DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
CALLE:	Ferrocarril tramo 2	
VELOCIDAD A FLUJO LIBRE		
Calle: Av. Ferrocarril tramo 2		
FFS = BFFS - f_{LS} - f_A		
BFFS =	80 Km/hra (URBANO)	
AJUSTE POR ANCHO DE CARRIL Y ACOTAMIENTO		f _{LS}
Ancho de Carril:	4.8m.	6.8 km/h.
AJUSTE POR PUNTOS DE ACCESO		f _A
Densidad de puntos de acceso:	6	4 km/h.
FFS = BFFS - f_{LS} - f_A		
FFS = 69.2 km/h (43.0 mi/h)		

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°49: Cálculo de la velocidad a flujo libre – Ferrocarril tramo 3

PROCESAMIENTO DE DATOS N°01		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC y AV. MARISCAL CASTILLA DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
CALLE:	Ferrocarril tramo 3	
VELOCIDAD A FLUJO LIBRE		
Calle: Av. Ferrocarril tramo 3		
FFS = BFFS - f_{LS} - f_A		
BFFS =	80 Km/hra (URBANO)	
AJUSTE POR ANCHO DE CARRIL Y ACOTAMIENTO		f _{LS}
Ancho de Carril:	4.38m.	6.8 km/h.
AJUSTE POR PUNTOS DE ACCESO		f _A
Densidad de puntos de acceso:	6	4 km/h.
FFS = BFFS - f_{LS} - f_A		
FFS = 69.2 km/h (43.0 mi/h)		

FUENTE: Elaboración propia.

Hechos los ajustes para el cálculo de la velocidad a flujo libre, se tuvo un valor máximo de 69.2 km/h. para las vías Ferrocarril tramo 3 y tramo 2, y un valor mínimo de 68.5 km/h. para Ferrocarril tramo 1.

3.6.1.2. Determinación de la tasa de flujo (Vi).

El primer paso es calcular el volumen horario de máxima demanda (VHMD) en ambos sentidos por un periodo de 60 minutos.

Para ello, mediante los conteos vehiculares, hacemos una tabla resumen por vía, por día y por sentido con el número máximo de vehículos que transitaron durante todo el día, para así poder escoger el día más crítico y hacer la evaluación de acuerdo a este factor, así tenemos:



TABLA N°50: Máximo Volumen Diario.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°02							
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC y JR. COMERCIO DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro						
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba						
MÁXIMO VOLUMEN DIARIO							
	08/06/2017	09/06/2017	10/06/2017	11/06/2017	12/06/2017	13/06/2017	14/06/2017
FERROCARRIL TRAMO 1							
SUBIDA	1479	816	1608	1692	1577	1427	1558
BAJADA	1391	740	1353	1244	1157	1324	1329
FERROCARRIL TRAMO 2							
SUBIDA	1378	877	1436	1446	1388	1640	1503
BAJADA	1248	550	1049	1127	941	1137	1013
FERROCARRIL TRAMO 3							
SUBIDA	927	133	249	294	383	241	456
BAJADA	826	324	784	768	817	360	840

FUENTE: Elaboración propia.

Con los valores obtenidos, buscamos el día de máximo volumen para cada vía y continuamos con el análisis.

Por ejemplo, escogeremos la hoja de conteo vehicular para la avenida Ferrocarril tramo 1 el día 11, de subida, dividiremos el conteo por horas y extraeremos el valor del VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA por hora y por sentido, en este caso, el valor es: 333 vehículos mixtos por hora en un sentido.

TABLA N°51: Conteo Vehicular: 11 de Junio.

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04										
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC Y JR. COMERCIO DE LA CIUDAD DE URUBAMBA.						CROQUIS			
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro									
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba									
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 SUBIDA									
FECHA:	11/06/2017									
CONTEO VEHICULAR										
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL	
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES			
							2 EJES	3 EJES		
MAÑANA										
7:00 - 7:10	10	3	0	1	0	0	0	0	14	269
7:10 - 7:20	40	3	0	1	1	0	0	0	45	
7:20 - 7:30	45	10	2	0	1	0	1	0	59	
7:30 - 7:40	34	10	0	3	2	0	4	0	53	
7:40 - 7:50	38	9	1	1	2	0	0	1	52	
7:50 - 8:00	33	6	2	1	1	0	3	0	46	
8:00 - 8:10	40	6	0	2	1	0	2	0	51	
8:10 - 8:20	30	6	0	3	1	0	3	0	43	
8:20 - 8:30	37	7	3	3	0	0	1	0	51	
8:30 - 8:40	39	7	2	3	3	0	0	0	54	
8:40 - 8:50	36	6	1	0	0	0	2	0	45	
8:50 - 9:00	35	4	0	1	2	0	3	0	45	289
TARDE										
12:00 - 12:10	31	13	0	4	2	0	3	0	53	248
12:10 - 12:20	31	8	2	2	1	0	2	0	46	
12:20 - 12:30	38	10	2	4	1	0	3	0	58	
12:30 - 12:40	40	9	5	5	1	0	1	0	61	
12:40 - 12:50	34	12	1	1	0	0	1	0	49	
12:50 - 13:00	51	10	1	1	2	0	1	0	66	
13:00 - 13:10	34	12	1	4	1	0	3	0	55	
13:10 - 13:20	28	6	3	1	1	0	3	1	43	
13:20 - 13:30	31	7	0	2	0	0	1	0	41	
13:30 - 13:40	24	8	0	4	1	0	1	0	38	
13:40 - 13:50	24	6	1	2	1	0	0	1	35	
13:50 - 14:00	29	4	2	0	0	0	1	0	36	
NOCHE										
18:00 - 18:10	22	3	0	0	1	1	0	0	27	260
18:10 - 18:20	30	8	3	1	1	1	0	0	44	
18:20 - 18:30	38	5	0	0	1	0	2	0	46	
18:30 - 18:40	27	7	4	1	2	0	0	0	41	
18:40 - 18:50	34	6	2	2	1	0	1	0	46	
18:50 - 19:00	43	6	3	2	1	0	1	0	56	
19:00 - 19:10	29	7	1	2	2	0	1	0	42	
19:10 - 19:20	44	11	2	2	1	0	0	0	60	
19:20 - 19:30	30	8	1	5	2	0	0	0	46	
19:30 - 19:40	32	9	1	5	0	0	2	0	49	
19:40 - 19:50	26	17	2	7	2	0	0	0	54	
19:50 - 20:00	26	8	5	1	1	0	1	0	42	293
TOTAL	1193	277	53	77	40	2	47	3	1692	

FUENTE: Elaboración propia.

Escogido el volumen horario de máxima demanda por hora y por sentido, se calcula la composición porcentual por tipo de vehículo. Para el caso anterior tenemos:

TABLA N°52: Composición vehicular.

COMPOSICION VEHICULAR		
LIGEROS	298	90%
AUTOBUSES	24	7%
CAMIONES	11	3%
TOTAL	333	100%

FUENTE: Elaboración propia.

El segundo caso, es hallar el valor de la hora de máxima demanda (FHMD), el cual se calcula mediante el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el volumen máximo ($Q_{m\acute{a}x}$) de acuerdo a los periodos en los que fue evaluado.

Continuando con el ejemplo anterior, vemos que existen 6 periodos de 10 minutos cada uno, es decir: $N=6$ y que el volumen máximo por periodo ($Q_{m\acute{a}x}$) es de 66.

TABLA N°53: Extracción de los datos: N y $Q_{m\acute{a}x}$.

	TARDE										
12:00 - 12:10	31	13	0	4	2	0	3	0	0	53	
12:10 - 12:20	31	8	2	2	1	0	2	0	0	46	
12:20 - 12:30	38	10	2	4	1	0	3	0	0	58	
12:30 - 12:40	40	9	5	5	1	0	1	0	0	61	
12:40 - 12:50	34	12	1	1	0	0	1	0	0	49	
12:50 - 13:00	51	10	1	1	2	0	1	0	0	66	333

FUENTE: Elaboración propia.

Entonces, ya se puede calcular el valor de FHMD.

$$ViATS = \frac{Vi}{(PHF)(f_{HVATS})(f_{gATS})}$$

TABLA N°54: Factor de hora de máxima demanda.

FACTOR DE HORA DE MÁXIMA DEMANDA	
N° DE PERIODOS (N)	6
VOLUMEN MÁXIMO (Q_{max})	66
VHMD	333

FUENTE: Elaboración propia.

Paso siguiente es hacer el ajuste por presencia de vehículos pesados (f_{HV}).

$$f_{HV\ ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

El valor de P_T (% de vehículos pesados), se hallará mediante la suma de los porcentajes de los camiones y autobuses, y el valor de automóviles equivalentes a un vehículo pesado, será extraído de la tabla N° 08, de manera que $E_T = 1.4$.

TABLA N° 55: Factor de presencia de vehículos pesados y recreativos demanda.

FACTOR POR PRESENCIA DE VEHICULOS PESADOS Y RECREATIVOS	
Pt	0.03
Pr	0.07
Et	1.4
Er	1

FUENTE: Elaboración propia.

El valor que falta para hallar la tasa de flujo, es el factor de ajuste por pendiente, el cual se determina a través de la tabla N°10, así se tiene $f_G = 1.00$. Con esos datos, procedemos al cálculo:

TABLA N°56: Tasa de flujo máximo V_i ATS

PROCESAMIENTO DE DATOS N°04	
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC Y AV. MARISCAL CASTILLA DE LA CIUDAD DE URUBAMBA
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba
TASA DE FLUJO MÁXIMO V_i	
FERROCARRIL TRAMO 1	
SUBIDA	
TASA DE FLUJO MÁXIMA V_i :	
$V_i =$	333 Veh mix/h/unsentido
$PHF =$	1
$f_{HV\ ATS} =$	0.988
$f_G\ ATS =$	1
$V_{iATS} = V_i / PHF \times F_gATS \times F_{hvATS}$	
$V_i\ ATS =$	337 Veh liv/h/un sentido

FUENTE: Elaboración propia.

El procedimiento se repite para cada una de las vías, con los datos hallados hasta aquí, se hace un cuadro resumen con los valores de V_i y $V_{i\ ATS}$.

TABLA N°57: Determinación de Vi, Vi ATS.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°04				
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC Y AV. MARISCAL CASTILLA DE LA CIUDAD DE URUBAMBA			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro			
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba			
DETERMINACIÓN DE Vi AST Y PHF				
FERROCARRIL TRAMO 1				
11/06/2017	SUBIDA	Vi =	333	Veh mix/h/unsentido
		Vi ATS=	337	Veh liv/h/un sentido
08/06/2017	BAJADA	Vi =	283	Veh mix/h/unsentido
		Vi ATS=	287	Veh liv/h/un sentido
FERROCARRIL TRAMO 2				
13/06/2017	SUBIDA	Vi =	300	Veh mix/h/unsentido
		Vi ATS=	304	Veh liv/h/un sentido
08/06/2017	BAJADA	Vi =	254	Veh mix/h/unsentido
		Vi ATS=	258	Veh liv/h/un sentido
FERROCARRIL TRAMO 3				
08/06/2017	SUBIDA	Vi =	176	Veh mix/h/unsentido
		Vi ATS=	179	Veh liv/h/un sentido
08/06/2017	BAJADA	Vi =	164	Veh mix/h/unsentido
		Vi ATS=	167	Veh liv/h/un sentido

FUENTE: Elaboración propia.

Para continuar con el proceso de cálculo, los valores de Vi y Vi_{ATS} deben ser sumados para tener un resultado para ambos sentidos de la vía

Con esa explicación, los resultados son los siguientes:

TABLA N°58: Determinación de V_i y V_{iATS} . (Ambos sentidos).

PROCESAMIENTO DE DATOS N°05			
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. TORRECHAYOC Y AV. MARISCAL CASTILLA DE LA CIUDAD DE URUBAMBA		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro		
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba		
DETERMINACIÓN DE VHMD Y FHMD V_p (ambos sentidos)			
FERROCARRIL TRAMO 1			
DOS SENTIDOS	$V_i =$	616	Veh mix/h/mabos sentidos
	$V_i ATS=$	624	Veh liv/h/ambos sentidos
FERROCARRIL TRAMO 2			
DOS SENTIDOS	$V_i =$	554	Veh mix/h/mabos sentidos
	$V_i ATS=$	562	Veh liv/h/ambos sentidos
FERROCARRIL TRAMO 3			
DOS SENTIDOS	$V_i =$	340	Veh mix/h/mabos sentidos
	$V_i ATS=$	346	Veh liv/h/ambos sentidos

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.1.3. Velocidad media de viaje (ATS).

Se calcula mediante los datos hallados para cada vía: FFS, V_p y un valor que obtendremos de la tabla N° 10 referida al ajuste por porcentaje de zonas de no rebase (f_{np}).

$$ATS = FFS - 0.00776 (V_d + V_o) - f_{np} ATS$$

Para el ejemplo desarrollado, el cálculo es el siguiente:

TABLA N°59: Velocidad media de viaje

PROCESAMIENTO DE DATOS N°06	
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba
VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE (ATS)	
FERROCARRIL TRAMO 1	
FFS:	42.6 mi/h
Vd:	333 Veh livianos/h/sentido
Vo:	283 Veh livianos/h/sentido
f_{np ATS}	0.9
ATS = FFS – 0.00776 (vd + vo) – fnp ATS	
ATS =	36.86 mi/h

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°60: Velocidad media de viaje general

FERROCARRIL TRAMO 2	
FFS:	43 mi/h
Vd:	300 Veh livianos/h/sentido
Vo:	254 Veh livianos/h/sentido
f_{np ATS}	0.9
ATS = FFS – 0.00776 (vd + vo) – fnp ATS	
ATS =	37.74 mi/h
FERROCARRIL TRAMO 3	
FFS:	42.6 mi/h
Vd:	333 Veh livianos/h/sentido
Vo:	283 Veh livianos/h/sentido
f_{np ATS}	0.9
ATS = FFS – 0.00776 (vd + vo) – fnp ATS	
ATS =	39.41 mi/h

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.1.4. Determinación del porcentaje de tiempo empleado en seguimiento.

Se debe calcular primero, la tasa de flujo bajo Vi PTSF, usando la tabla N°09.

Para la vía del ejemplo anterior, tenemos:



TABLA N°61: Tasa de flujo Vi PTSF.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°07		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
TASA DE FLUJO V_i PTSF		
FERROCARRIL TRAMO 1 subida		
$V_i=$	333	
$PHF=$	1	
$f_{HV} \text{ PTSF}=$	1	
$f_G \text{ PTSF}=$	1	
$V_i \text{ PTSF} = V_i / PHF \times f_{G \text{ PTSF}} \times f_{Hv \text{ PTSF}}$		
$V_{iATS} =$	333	veh/liv/h/sentido
FERROCARRIL TRAMO 1 bajada		
$V_i=$	283	
$PHF=$	1	
$f_{HV} \text{ PTSF}=$	1	
$f_G \text{ PTSF}=$	1	
$V_i \text{ PTSF} = V_i / PHF \times f_{G \text{ PTSF}} \times f_{Hv \text{ PTSF}}$		
$V_{iATS} =$	283	veh/liv/h/sentido

FUENTE: Elaboración propia.

Haciendo el mismo cálculo para cada vía de estudio, obtenemos los siguientes valores de la tasa de flujo bajo:

TABLA N°62: Tasa de flujo Vi PTSF general

FERROCARRIL TRAMO 2 subida		
Vi=	300	
PHF=	1	
fHV PTSF=	1	
fG PTSF=	1	
$V_{iPTSF} = Vi / PHF \times FgPTSF \times FhvPTSF$		
$V_{iATS} =$	300	veh/liv/h/sentido
FERROCARRIL TRAMO 2 bajada		
Vi=	254	
PHF=	1	
fHV PTSF=	1	
fG PTSF=	1	
$V_{iPTSF} = Vi / PHF \times FgPTSF \times FhvPTSF$		
$V_{iATS} =$	254	veh/liv/h/sentido
FERROCARRIL TRAMO 3 subida		
Vi=	176	
PHF=	1	
fHV PTSF=	1	
fG PTSF=	1	
$V_{iPTSF} = Vi / PHF \times FgPTSF \times FhvPTSF$		
$V_{iATS} =$	176	veh/liv/h/sentido
FERROCARRIL TRAMO 3 bajada		
Vi=	164	
PHF=	1	
fHV PTSF=	1	
fG PTSF=	1	
$V_{iPTSF} = Vi / PHF \times FgPTSF \times FhvPTSF$		
$V_{iATS} =$	164	veh/liv/h/sentido

FUENTE: Elaboración propia.

Paso seguido, se calcula el porcentaje de tiempo empleado en seguimiento, mediante:

$$BPTSF = 100 (1 - \exp(-av_d^a))$$

Para la vía del ejemplo anterior, tenemos:

TABLA N°63: Porcentaje (%) de tiempo empleado en seguimiento base.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°08			
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro		
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba		
% DE TIEMPO EMPLEADO EN SEGUIMIENTO			
FERROCARRIL TRAMO 1 subida			
V_d:	333	Veh livianos/h/sentido	
a:	-0.0017		
b:	0.9523		
BPTSF = 100 · (1 - exp (av_d^a))			
	BPTSFd =	34.87	%
FERROCARRIL TRAMO 1 bajada			
V_d:	283	Veh livianos/h/sentido	
a:	-0.0019		
b:	0.9398		
BPTSF = 100 · (1 - exp (av_d^a))			
	BPTSFd =	31.8	%

FUENTE: Elaboración propia.

Para las otras vías, obtenemos los siguientes resultados:

TABLA N°64: Porcentaje (%) de tiempo empleado en seguimiento base.

FERROCARRIL TRAMO 2 subida			
V_d:	300	Veh livianos/h/sentido	
a:	-0.0016		
b:	0.96		
BPTSF = 100 · (1 - exp (av_d^a))			
	BPTSFd =	31.76	%
FERROCARRIL TRAMO 2 bajada			
V_d:	254	Veh livianos/h/sentido	
a:	-0.0018		
b:	0.948		
BPTSF = 100 · (1 - exp (av_d^a))			
	BPTSFd =	29.02	%
FERROCARRIL TRAMO 3 subida			
V_d:	176	Veh livianos/h/sentido	
a:	-0.0014		
b:	0.973		
BPTSF = 100 · (1 - exp (av_d^a))			
	BPTSFd =	19.29	%
FERROCARRIL TRAMO 3 bajada			
V_d:	164	Veh livianos/h/sentido	
a:	-0.0014		
b:	0.973		
BPTSF = 100 · (1 - exp (av_d^a))			
	BPTSFd =	18.13	%

FUENTE: Elaboración propia.

Finalmente, extraemos el valor de $f_{d/np}$, de la tabla N° 13 y con ese valor calculamos el % de tiempo empleado en seguimiento, usando:

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np} \left(\frac{V_d PTSF}{V_d PTSF + V_o PTSF} \right)$$

Consiguiendo los siguientes resultados:

TABLA N°65: % de tiempo empleado en seguimiento.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°09			
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro		
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba		
% DE TIEMPO EMPLEADO EN SEGUIMIENTO			
FERROCARRIL TRAMO 1			
zonas de no rebase	20 %		
Distribución direccional	50/50		
$f_{d/npPTSF}$:	37.85		
ViPTSF:	333 Veh livianos/h/sentido		
BTSFd:	34.89 %		
	PTSF = BTSF + Fnp PTSF ($V_d1PTSF/V_d1PTSF+V_oPTSF$)		
	PTSF =	55.35	%
FERROCARRIL TRAMO 2			
zonas de no rebase	20 %		
Distribución direccional	50/50		
$f_{d/npPTSF}$:	38.84		
ViPTSF:	300 Veh livianos/h/sentido		
BTSFd:	31.76 %		
	PTSF = BTSF + Fnp PTSF ($V_d1PTSF/V_d1PTSF+V_oPTSF$)		
	PTSF =	52.78	%
FERROCARRIL TRAMO 3			
zonas de no rebase	20 %		
Distribución direccional	50/50		
$f_{d/npPTSF}$:	37.46		
ViPTSF:	176 Veh livianos/h/sentido		
BTSFd:	19.29 %		
	PTSF = BTSF + Fnp PTSF ($V_d1PTSF/V_d1PTSF+V_oPTSF$)		
	PTSF =	38.68	%

FUENTE: Elaboración propia.

Con los resultados hallados hasta aquí, se determinó que el porcentaje de tiempo empleado en seguimiento va en un rango de 36.68% (correspondiente a la avenida Ferrocarril tramo 3) a 55.35%



(correspondiente a la avenida Ferrocarril tramo 1), lo cual se traduce a tiempo menor de seguimiento cuando el porcentaje también es menor.

3.6.1.5. Nivel de Servicio.

Se debe comparar la tasa de flujo direccional y bidireccional, teniendo:

TABLA N°66: Capacidad Vial.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°10	
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba
TASA DE FLUJO BAJO Vp	
FERROCARRIL TRAMO 1	
Direccional:	
Vp:	333 Veh livianos/h/un sentido < 1700 Veh livianos/h/un sentido
Bidireccional:	
Vp:	705 Veh livianos/h/ambos sentidos < 3200 Veh livianos/h/ambos sentidos
FERROCARRIL TRAMO 2	
Direccional:	
Vp:	149 Veh livianos/h/un sentido < 1700 Veh livianos/h/un sentido
Bidireccional:	
Vp:	639 Veh livianos/h/ambos sentidos < 3200 Veh livianos/h/ambos sentidos
FERROCARRIL TRAMO 3	
Direccional:	
Vp:	176 Veh livianos/h/un sentido < 1700 Veh livianos/h/un sentido
Bidireccional:	
Vp:	462 Veh livianos/h/ambos sentidos < 3200 Veh livianos/h/ambos sentidos

FUENTE: Elaboración propia.

Como ninguna vía tiene una demanda mayor que la capacidad, mediante los valores de velocidad media de viaje y el porcentaje de tiempo empleado en seguimiento, determinamos el nivel de servicio a través de la tabla N°06.

TABLA N°67: Nivel de Servicio.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°11		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
NIVEL DE SERVICIO		
FERROCARRIL TRAMO 1		
ATS:	36.86	mi/h
PTSF:	55.35	%
NIVEL DE SERVICIO	E	
FERROCARRIL TRAMO 2		
ATS:	37.74	mi/h
PTSF:	52.78	%
NIVEL DE SERVICIO	E	
FERROCARRIL TRAMO 3		
ATS:	39.41	mi/h
PTSF:	38.68	%
NIVEL DE SERVICIO	E	

FUENTE: Elaboración propia.

El nivel de servicio encontrado anteriormente para cada vía, está sujeta al volumen vehicular, velocidad de los vehículos y el porcentaje de tiempo de seguimiento.

Las avenidas Ferrocarril tramo 1, Ferrocarril tramo 2 y Ferrocarril tramo 3, tienen un nivel de servicio "E".

3.6.2. Determinación del nivel de servicio de las intersecciones

3.6.2.1 Paso 1. Determinar Grupos de Movimiento y Grupos de Carril

3.6.2.1.1 Procesamiento o Cálculos de la Prueba

Haciendo uso de los datos recolectados en campo se procede a determinar los grupos de movimiento y los grupos de carril.

Antes de establecer lo anteriormente mencionado, es necesario establecer:

- El sentido de la Aproximación (Norte, Sur, Este, Oeste)
- El número de carril ordenado de izquierda a derecha

- Si existe carril compartido o si existe carril exclusivo
- Y lo más importante, el tipo de movimiento presente en dicho carril, pudiendo ser estos los siguientes: Izquierda (I), Recto (R), Derecha (D) o una combinación de dos o más de ellos. (Recto + Derecha = R+D)

- **Grupo de Movimiento**

Luego de haberse establecido lo anterior se procede a aplicar las siguientes reglas:

- Un movimiento de giro que se sirve por uno o más carriles exclusivos y no hay carriles compartidos deben ser designados como grupo de movimiento.
- Cualquier carril que no esté asignado a un grupo por la regla anterior, debe ser combinado en un grupo de movimiento.

Poniendo de ejemplo la aproximación “Hacia el Este” la cual representa a la Av. De la Cultura de Oeste a Este, no se tiene presencia de carril exclusivo en ninguno de sus carriles, por lo tanto, el grupo de movimiento de dicha aproximación vendría a ser “Recto + Derecha”, que representa el tipo de movimiento que se puede realizar.

Aplicando dichas reglas se tiene el siguiente cuadro.

TABLA N°68: Grupos de movimiento y grupos de carril n°01

PASO 1. GRUPOS DE MOVIMIENTO Y GRUPOS DE CARRIL						
Aproximación	# de carril	carril exclusivo	carril compartido	tipo de movimiento	Grupo de Movimiento	Grupo de Carril
HACIA EL SUR	1	no	si	I+D	I+D	I+D
HACIA EL ESTE	2	no	si	I+R	I+R	I+R
HACIA EL OESTE	3	no	si	R+D	R+D	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

Luego de haber establecido los grupos de movimiento se procede a determinar los grupos de carril.

- **Grupos de Carril**



Al igual que el caso anterior la metodología presenta reglas para establecer los grupos de carril que difieren de las reglas para los grupos de movimiento.

- Un carril o carriles de giro a la izquierda exclusivo deben ser designados como un grupo de carril separado. Lo mismo se puede decir de un carril de giro a la derecha exclusivo.
- Cualquier carril compartido debe ser designado como un grupo de carriles separados.
- Cualquiera de los carriles que son carriles de giro no exclusivos o carriles compartidos deben estar combinado en un grupo de carril.
- Aplicando la segunda regla se tiene que el tipo de movimiento de la aproximación “Hacia el Norte”, es “Recto + Derecha” (R+D), esto quiere decir que es un carril de uso compartido permitiendo el movimiento recto como el giro a la derecha, por lo tanto, dicho carril es un grupo de carril separado.
- En el caso de la aproximación “Hacia el Este”, el tipo de movimiento del carril número 2 es “Recto” y del carril 3 “Recto”, estos carriles no son exclusivos, pero tampoco son compartidos, por lo tanto, dichos carriles forman un grupo de carril separado.
- El carril número 4 es compartido, por lo tanto, forma un grupo de carril separado.
- Se sigue el mismo procedimiento para las demás aproximaciones.

Se presenta la siguiente figura con los grupos de carriles establecidos para la intersección.

TABLA N°69: Grupos de movimiento y grupos de carril n°02

GRUPOS DE CARRIL		
tipo de movimiento	Grupo de Movimiento	Grupo de Carril
I+D	I+D	I+D
I+R	I+R	I+R
R+D	R+D	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.1.2 Cuadros resumen

Finalmente, luego de aplicar las reglas de la metodología, los grupos de carriles para cada intersección se muestran a continuación.

TABLA N°70: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Mariscal Castilla.

PASO 1. GRUPOS DE MOVIMIENTO Y GRUPOS DE CARRIL						
Aproximación	# de carril	carril exclusivo	carril compartido	tipo de movimiento	Grupo de Movimiento	Grupo de Carril
HACIA EL SUR	1	no	si	I+D	I+D	I+D
HACIA EL ESTE	2	no	si	I+R	I+R	I+R
HACIA EL OESTE	3	no	si	R+D	R+D	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°71: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Torrechayoc.

PASO 1. GRUPOS DE MOVIMIENTO Y GRUPOS DE CARRIL						
Aproximación	# de carril	carril exclusivo	carril compartido	tipo de movimiento	Grupo de Movimiento	Grupo de Carril
HACIA EL SUR	1	no	si	I+D	I+D	I+D
HACIA EL ESTE	2	no	si	I+R	I+R	I+R
HACIA EL OESTE	3	no	si	R+D	R+D	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°72: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Comercio.

PASO 1. GRUPOS DE MOVIMIENTO Y GRUPOS DE CARRIL						
Aproximación	# de carril	carril exclusivo	carril compartido	tipo de movimiento	Grupo de Movimiento	Grupo de Carril
HACIA EL SUR	1	no	si	I+D	I+D	I+D
HACIA EL ESTE	2	no	si	I+R	I+R	I+R
HACIA EL OESTE	3	no	si	R+D	R+D	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.2 Paso 2. Determinar la Tasa de Flujo de los Grupos de Movimiento

Haciendo uso de los formatos de conteo vehicular, obtenidos de las grabaciones de la intersección se tiene que:

3.6.2.2.1 Procesamiento o Cálculos de la Prueba

La tasa de flujo se determina mediante la suma de los volúmenes vehiculares correspondientes de cada carril, representando el grupo de movimiento de la aproximación.

Para la Aproximación “Hacia el Sur” se tiene un grupo de movimiento “Izquierda + Derecha”, con volúmenes vehiculares de 39 vehículos para el movimiento izquierda y 32 vehículos para el giro a la derecha. Entonces el flujo del grupo de movimiento será la suma de ambos volúmenes, dando un total de 71 vehículos.

Para la Aproximación “Hacia el Este” se tiene un grupo de movimiento “izquierda + recto”, con volúmenes vehiculares de 75 para el movimiento recto y 16 para el giro a la izquierda. Entonces el flujo del grupo será:

$$16 + 75 = 91 \text{ veh/hora/carril}$$

Se repite el mismo proceso para las otras aproximaciones, y se presenta el siguiente cuadro.

TABLA N°73: Tasa de flujo de grupo de movimiento y grupo de carril

PASO 2. TASA DE FLUJO DE GRUPO DE MOVIMIENTO 3. TASA DE FLUJO DE GRUPO DE CARRIL									
Aproximación	# de carril	Conteos Vehiculares			TOTAL	flujo del grupo de movimiento	Grupos de movimiento	flujo del grupo de carril	Grupo de Carril
		Izquierda (veh)	Recto (veh)	Derecha (veh)					
HACIA EL SUR	1	39		32	71	71	I+D	32	I+D
HACIA EL ESTE	2	16	75		91	91	I+R	41	I+R
HACIA EL OESTE	3		97	21	118	118	R+D	32	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.3 Paso 3. Determinar la Tasa de Flujo de los Grupos de Carril

3.6.2.3.1 Procesamiento o Cálculo de la Prueba

Se repite el mismo proceso del paso 2, haciendo una relación de uno a uno de los volúmenes vehiculares con los grupos de carril formados.

Hacia el Sur

El grupo de Carril Formado es de tipo “Izquierda + Derecha”; $39 + 32 = 71 \text{ veh}$

Se repite el mismo proceso para las otras aproximaciones ya que solo se cuenta con un carril para cada dirección.

3.6.2.3.2 Cuadros resumen

Se presenta los flujos de grupo de movimiento y grupo de carril para cada intersección a continuación.

TABLA N°74: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Mariscal Castilla.

PASO 2. TASA DE FLUJO DE GRUPO DE MOVIMIENTO 3. TASA DE FLUJO DE GRUPO DE CARRIL									
Aproximación	# de carril	Conteos Vehiculares			TOTAL	flujo del grupo de movimiento	Grupos de movimiento	flujo del grupo de carril	Grupo de Carril
		Izquierda (veh)	Recto (veh)	Derecha (veh)					
HACIA EL SUR	1	39		32	71	71	I+D	71	I+D
HACIA EL ESTE	2	16	75		91	91	I+R	91	I+R
HACIA EL OESTE	3		97	21	118	118	R+D	118	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°75: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Torrechayoc.

PASO 2. TASA DE FLUJO DE GRUPO DE MOVIMIENTO 3. TASA DE FLUJO DE GRUPO DE CARRIL									
Aproximación	# de carril	Conteos Vehiculares			TOTAL	flujo del grupo de movimiento	Grupos de movimiento	flujo del grupo de carril	Grupo de Carril
		Izquierda (veh)	Recto (veh)	Derecha (veh)					
HACIA EL NORTE	1	19		22	41	41	I+D	41	I+D
HACIA EL ESTE	2	9	78		87	87	I+R	87	I+R
HACIA EL OESTE	3		91	12	103	103	R+D	103	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°76: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Comercio.

PASO 2. TASA DE FLUJO DE GRUPO DE MOVIMIENTO 3. TASA DE FLUJO DE GRUPO DE CARRIL									
Aproximación	# de carril	Conteos Vehiculares			TOTAL	flujo del grupo de movimiento	Grupos de movimiento	flujo del grupo de carril	Grupo de Carril
		Izquierda (veh)	Recto (veh)	Derecha (veh)					
HACIA EL NORTE	1	16		25	41	41	I+D	41	I+D
HACIA EL ESTE	2	17	81		98	98	I+R	98	I+R
HACIA EL OESTE	3		89	7	96	96	R+D	96	R+D

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.4 Paso 4. Determinar la Tasa de Saturación Ajustada

3.6.2.4.1 Procesamiento o Cálculo de la Prueba

El proceso de cálculo de la tasa de flujo de Saturación Ajustada se describe con mayor profundidad anteriormente en la Metodología presente en el Marco teórico. Como se dijo anteriormente se usará como ejemplo la Aproximación Hacia el Sur de la Intersección de la Av. Ferrocarril – Jr. Mariscal Castilla.

La **ecuación N.º 2** se utiliza para calcular la velocidad de flujo de saturación ajustado por carril para el grupo de carriles objeto:

$$S = S_0 f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Tasa de Saturación Base (So)

Esta tasa representa una saturación base para un área urbana con población mucho menor a 250000 habitantes, si fuera mayor a 250000 se utilizaría la de 1900 veh/h.

TABLA N°77: Saturación base.

1) So = Saturación Base	
Toda intersección	1750 veh/h

FUENTE: Elaboración propia.

Factor de ancho de carril (Fw)

Haciendo uso de los datos de entrada y aplicando la siguiente tabla se tiene que:

TABLA N°78: Factor de ajuste por ancho de carril

Ancho promedio de carril (pies)	Factor de Ajuste (<i>f_w</i>)
<10.0	0.96
≥ 10.0 – 12.9	1.00
>12.9	1.04

Nota: Factor aplica a los anchos promedios de carril de 8.0 pies o más

FUENTE: Elaboración propia.

El factor se obtiene con el ancho medido en campo que provee el formato de entrada y se convierte a pies por comodidad, luego de esto se compara con la tabla anterior y se presenta el factor de ancho de carril.

A continuación, se presenta los factores para la intersección de ejemplo de cálculo.

TABLA N°79: Factor de ajuste por ancho de carril

2) = fw- FACTOR DE ANCHO DE CARRIL				
Aproximación	# de carril	ancho en metros	ancho en pies	FW
HACIA EL SUR	1	3.8	12.47	1
HACIA EL ESTE	2	3.7	12.14	1
HACIA EL OESTE	3	3.56	11.68	1

FUENTE: Elaboración propia.

- **Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV})**

Este factor toma en cuenta la presencia de vehículos pesados, los cuales representan un porcentaje (%) de los vehículos en estudio, para luego aplicar la ecuación N.º 3:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_{HV}(E_t - 1)}$$

% de vehículos pesados = 0%

Aplicando la formula se tiene que:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 0(2 - 1)}$$

$f_{HV} = 1$, donde este valor viene a ser el factor de vehículos pesados

De la misma manera se aplica la fórmula para las demás aproximaciones, dando el siguiente cuadro resumen de la intersección.

TABLA N°80: Factor de ajuste por vehículos pesados

3) fhw= FACTOR DE AJUSTE POR VEHICULOS PESADOS			
Aproximación	# de carril	% veh pesados	FHW
HACIA EL SUR	1	0	1
HACIA EL ESTE	2	12	0.893
HACIA EL OESTE	3	11	0.901

FUENTE: Elaboración propia.

- **Factor de Ajuste por Pendiente (f_g)**

El valor de ajuste por pendiente refleja el efecto de la pendiente de la aproximación en el rendimiento de los vehículos.

Se calcula con la ecuación N.º 4:

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200}$$

Se reemplaza el valor de la pendiente "0", en la fórmula:

$$f_g = 1 - \frac{0.0}{200}$$

Resultando que:

$$f_g = 1$$

Esta fórmula se aplica para las demás pendientes de cada grupo de carril, resultando:

TABLA N°81 Factor de Ajuste por Pendiente

4) fg = FACTOR DE AJUSTE POR PENDIENTE			
Aproximación	# de carril	% pendiente	Fg
HACIA EL SUR	1	0.00%	1.00
HACIA EL ESTE	2	0.00%	1.00
HACIA EL OESTE	3	0.00%	1.00

FUENTE: Elaboración propia.

- **Factor de Ajuste por presencia de Estacionamientos (f_p)**

Este factor representa el efecto de los estacionamientos en el flujo de los grupos de carril adyacentes. También toma en cuenta los bloqueos ocasionales a los carriles adyacentes por el movimiento de vehículos que entran y salen de los espacios de estacionamientos. Si no existen estacionamientos, este valor es 1.00.

Se calcula con la ecuación N.º 5:

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \geq 0.050$$

No se tiene presencia de estacionamiento, entonces se tienen 0 maniobras por hora.

Reemplazando en la fórmula:

$$f_p = \frac{1 - 0.1 - \frac{18 \cdot 2}{3600}}{1} \geq 0.050$$

$$f_p = 0.89$$

Se repite el mismo proceso para las demás aproximaciones, resultando el siguiente cuadro.

TABLA N°82: Factor de Ajuste por presencia de Estacionamientos.

5) f_p = FACTOR DE AJUSTE POR PRESENCIA DE ESTACIONAMIENTOS				
Aproximación	# de carril	# de carriles	# maniobras	f_p
HACIA EL SUR	1	1	2	0.89
HACIA EL ESTE	2	1	4	0.88
HACIA EL OESTE	3	1	3	0.89

FUENTE: Elaboración propia.

- **Factor de Ajuste por bloqueo de Buses (f_{bb})**

Toma en Cuenta el impacto local en el tránsito de las paradas de autobuses para descargar o cargar pasajeros cerca o lejos del paradero.

Se calcula con la ecuación N.º 6:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N} \geq 0.050$$

Se tiene presencia de paradero de buses en el carril 4, con 39 bloqueos por hora.

Reemplazando:

$$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14.4 \cdot 5}{3600}}{1} \geq 0.050$$

$$f_{bb} = 0.98$$

TABLA N°83: Factor de Ajuste por bloqueo de Buses

6) fbb = FACTOR DE AJUSTE POR BLOQUEO DE BUSES				
Aproximación	# de carril	# de carriles	# de bloqueos	fbb
HACIA EL SUR	1	1	5	0.98
HACIA EL ESTE	2	1	7	0.97
HACIA EL OESTE	3	1	9	0.96

FUENTE: Elaboración propia.

- **Factor de Ajuste por Tipo de Área (fa)**

Este factor es igual a 0.9 para todas las intersecciones, debido a que la zona de estudio es de carácter Comercial con presencia de lugares de comercio, Hospitales, Centros de Estudio, etc. Esta zona según el manual se llama *Central Business District (CBD)*.

TABLA N°84: Factor de Ajuste por tipo de área.

7) fa = FACTOR DE AJUSTE POR TIPO DE AREA	
CBD	0.9

FUENTE: Elaboración propia.

- **Factor de Ajuste por Uso de Carril (f_{lu})**

Para todas las intersecciones se tiene un valor de 1, debido al hecho de que cada intersección se analizará de manera aislada y se presenta por lo menos un carril compartido por cada intersección.

TABLA N°85: Factor de Ajuste por uso de carril

8) f_{lu} = FACTOR DE AJUSTE POR USO DE CARRIL	
Toda la Intersección	1

FUENTE: Elaboración propia.

- **Factor de Ajuste por giro a la derecha (f_{RT})**

Es usado principalmente para reflejar el efecto de los giros a la derecha en la tasa de flujo de saturación. Se calcula con la ecuación N.º 7

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R}$$

Dónde E_R es el número equivalente de carros que circulan por un carril protegido para giro hacia la derecha. (=1.18)

Reemplazando para toda la intersección debido al bajo flujo vehicular:

$$f_{RT} = \frac{1}{1.18}$$

$$f_{RT} = 0.85$$

TABLA N°86: Factor de Ajuste por giro a la derecha.

9) f_{rt} = FACTOR DE AJUSTE POR GIRO A LA DERECHA	
Toda la Intersección	0.85

FUENTE: Elaboración propia.

- **Factor de Ajuste por giro a la izquierda (f_{LT})**

Debido a la presencia de carriles compartidos se sigue el siguiente proceso:

Determinar la tasa de flujo de saturación de los giros a la izquierda permitidos (S_p)



Se usa este análisis cuando los giros a la izquierda están permitidos o protegidos permitidos. La ecuación N.º 9 se utiliza.

$$S_p = \frac{v_o e^{-v_o t_{cg}/3600}}{1 - e^{-v_o t_{fh}/3600}}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$S_p = \frac{71 * e^{-620*4.5/3600}}{1 - e^{-620*4.5/3600}}$$

$$S_p = 765 \text{ veh/hora/carril}$$

Determinar la equivalencia de los carros de paso (E_{L1})

Se usa este paso cuando se tenga la fase permitida o fase permitida protegida de giros a la izquierda. Se hace uso de las variables de tasa de saturación de giros a la izquierda y la tasa de saturación base. Se utiliza la ecuación N.º 10.

$$E_{L1} = \frac{S_o}{S_p}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$E_{L1} = \frac{1750}{765}$$

$$E_{L1} = 2.29$$

Factor de ajuste f_{LT}

Se utiliza la ecuación N.º8.

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L}$$

Dónde E_L es el número equivalente de carros que circulan por un carril protegido para giro hacia la izquierda. (=1.05)

Reemplazando

en:

$$f_{LT} = \frac{1}{2.29}$$

$$f_{LT} = 0.44$$

El mismo proceso se repite para las demás aproximaciones teniendo en cuenta los volúmenes de demanda opuestos. Se tiene el siguiente cuadro de la intersección.

TABLA N°87: Factor de Ajuste por giro a la izquierda.

10) Flt = FACTOR DE AJUSTE POR GIRO A LA IZQUIERDA					
Aproximación	# de carril	Proporción giros a la izq.	Tasa de Saturación del giro a la izq. Permitido (Sp)	Equivalencia de veh. De Paso (EL)	Factor Flt
HACIA EL SUR	1	0.55	765.0	2.29	0.44
HACIA EL ESTE	2	0.18	755.4	2.52	0.40
HACIA EL OESTE	3	0.00			1.00

FUENTE: Elaboración propia.

Finalmente, luego de calcular todos los factores necesarios

Procedemos a aplicar la ecuación N.º 2 para determinar **La Tasa de Saturación Ajustada** para el Grupo de Carril del carril #01 en la aproximación hacia el sur.

$$S = S_0 f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Reemplazando en la formula se tiene que:

$$S = 1750 * 1 * 1 * 1 * 0.89 * 0.98 * 0.9 * 1 * 0.85 * 0.44 * 0.97 * 0.99$$

$$S = 491.16 \text{ veh/hora/carril}$$

Teniendo todos los factores para cada grupo de carril se procede a calcular su tasa de saturación Ajustada. (s).

3.6.2.4.2 Cuadros resumen

TABLA N°88: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Mariscal Castilla.

S = TASA DE SATURACIÓN AJUSTADA		
Aproximación	# de carril	Saturación (s)
HACIA EL SUR	1	491.16
HACIA EL ESTE	2	386.44
HACIA EL OESTE	3	977.93

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°89: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Torrechayoc.

S = TASA DE SATURACIÓN AJUSTADA		
Aproximación	# de carril	Saturación (s)
HACIA EL SUR	1	517.65
HACIA EL ESTE	2	414.02
HACIA EL OESTE	3	1016.98

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°90: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Comercio.

S = TASA DE SATURACIÓN AJUSTADA		
Aproximación	# de carril	Saturación (s)
HACIA EL SUR	1	511.86
HACIA EL ESTE	2	406.33
HACIA EL OESTE	3	1015.65

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.5 Paso 5. Determinar la proporción de llegada durante la fase verde

3.6.2.5.1 Proceso o Cálculo de la Prueba

Las demoras y el tamaño de las colas en una intersección semaforizada son dependientes a la proporción de vehículos que llegan durante la fase verde y roja. Las demoras y el tamaño de las colas son más pequeñas cuando una proporción mayor de vehículos llega durante la fase verde. Se calcula con la **ecuación N.º 11**.



$$P = R_p \left(\frac{g}{C} \right)$$

Se necesita para aplicar esta ecuación, ya tener conocimiento del verde efectivo g y la duración del ciclo C , esto en caso de ser fases fijas.

La relación de pelotón se obtiene de la siguiente tabla

TABLA N°91: Relación entre el tipo de llegada y la calidad de la progresión

Relación de Pelotón	Tipo de Llegada	Calidad de la progresión
0.33	1	Muy Pobre
0.67	2	Desfavorable
1.00	3	Llegadas aleatorias
1.33	4	Favorable
1.67	5	Altamente favorable
2.00	6	Excepcionalmente favorable

FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010)

De la recolección de datos se tiene que dicho grupo de carril en dicha aproximación presenta un tipo de llegada desfavorable, esto quiere decir del tipo "2", dando por consiguiente según la tabla anterior un $R_p = 0.67$.

El valor de g es igual a 30 y el valor de C es 99.

Reemplazando en la **ecuación N.º 11**.

$$P = R_p \left(\frac{g}{C} \right)$$

$$P = 0.67 * \left(\frac{37}{99} \right)$$

$$P = 0.267$$

De esta manera se obtiene que el valor de "p" es igual a 0.267 para este grupo de carril. Se repite el mismo proceso para las demás aproximaciones.

3.6.2.5.2 Cuadros resumen

TABLA N°92: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Mariscal Castilla.

PASO 5. PROPORCIÓN DE LLEGADA DURANTE LA FASE VERDE					
g Norte-Sur	37				
C (ciclo)	93				
g Este -Oeste	50				
Aproximación	# de carril	Verde efectivo (g)	tipo de llegada	Relación de Pelotón (Rp)	Proporción de llegada (P)
HACIA EL SUR	1	37	2	0.67	0.267
HACIA EL ESTE	2	50	3	1	0.538
HACIA EL OESTE	3	50	3	1	0.538

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°93: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Torrechayoc.

PASO 5. PROPORCIÓN DE LLEGADA DURANTE LA FASE VERDE					
g Norte-Sur	37				
C (ciclo)	93				
g Este -Oeste	50				
Aproximación	# de carril	Verde efectivo (g)	tipo de llegada	Relación de Pelotón (Rp)	Proporción de llegada (P)
HACIA EL SUR	1	37	1	0.33	0.131
HACIA EL ESTE	2	50	1	0.33	0.177
HACIA EL OESTE	3	50	1	0.33	0.177

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°94: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Comercio.

PASO 5. PROPORCIÓN DE LLEGADA DURANTE LA FASE VERDE					
g Norte-Sur	37				
C (ciclo)	93				
g Este -Oeste	50				
Aproximación	# de carril	Verde efectivo (g)	tipo de llegada	Relación de Pelotón (Rp)	Proporción de llegada (P)
HACIA EL SUR	1	37	1	0.33	0.131
HACIA EL ESTE	2	50	1	0.33	0.177
HACIA EL OESTE	3	50	1	0.33	0.177

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.6 Paso 6. Determinar la Capacidad y la Relación Volumen – Capacidad

3.6.2.6.1 Proceso o Cálculo de la Prueba

- **Cálculo de la Capacidad (c)**

La capacidad de un grupo de carril dado que sirve un único movimiento de tráfico, y por el cual existen movimientos de giro a la izquierda no permitidos, está definida por la ecuación N.º 12.

$$c = N s \left(\frac{g}{C} \right)$$

Dónde “c” es la **capacidad (veh/h)** y otras variables que fueron previamente definidas. Esta ecuación no puede ser usada para calcular la capacidad de un carril compartido dentro de un grupo de carril un grupo de carril con un giro a la izquierda permitido porque estos grupos de carril tienen otros factores que afecta su capacidad.

Reemplazando datos en la ecuación anterior se tiene que:

$$c = 1 * 491.16 \left(\frac{37}{93} \right)$$

$$c = 195.41$$

En esta aproximación nos da un valor de 195.41.

El mismo proceso se repite para las demás aproximaciones, dando el siguiente cuadro

TABLA N°95: Calculo de la capacidad.

Paso 7.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD						
Aproximación	# de carril	Numero de Carriles (N)	Verde efectivo (g)	Ciclo Semáforico (C)	Saturación (s)	Capacidad (c)
HACIA EL SUR	1	1	37	93	491.16	195.41
HACIA EL ESTE	2	1	50	93	386.44	207.76
HACIA EL OESTE	3	1	50	93	977.93	525.77

FUENTE: Elaboración propia.

- **Calculo de la Relación Volumen –Capacidad (X)**

La relación v/c para un grupo de carril está definido como la relación del volumen del grupo de carril y su capacidad. Es calculada por la **ecuación N. ° 13**.

$$X = \frac{v}{c}$$

Reemplazando en la ecuación

$$X = \frac{71}{195.41}$$

$$X = 0.36$$

El mismo proceso se repite para las demás aproximaciones dando el siguiente cuadro resumen.

TABLA N°96: Calculo de la relación volumen/capacidad.

Paso 7.2 CALCULO DE LA RELACIÓN VOLUMEN/ CAPACIDAD				
Aproximación	# de carril	Volumen	Capacidad (c)	Relación Volumen-Capacidad (x)
HACIA EL SUR	1	71	195.41	0.36
HACIA EL ESTE	2	91	207.76	0.44
HACIA EL OESTE	3	118	525.77	0.22

FUENTE: Elaboración propia.

- **Calculo de la Relación Volumen crítico - Capacidad (X_c)**

Otro concepto usado para analizar las intersecciones semaforizadas es este y se define y calcula por las **ecuaciones N. ° 14** y **N. ° 15** respectivamente.

$$X_c = \left(\frac{C}{C-L}\right) \sum_{i \in CI} y_{c,i}$$

Con

$$L = \sum_{i \in CI} l_{c,i}$$

Reemplazando en la **ecuación N.º 14**.

$$L = 18$$

$$X_c = \left(\frac{93}{93 - 18} \right) * (0.14 + 0.24 + 0.12)$$

$$X_c = 0.62$$

Donde $X_c = 0.62$, representa la relación Volumen/Capacidad en condiciones críticas.

TABLA N°97: Calculo relación v/c crítica

Paso 7.3 CALCULO DE LA RELACIÓN VOLUMEN/ CAPACIDAD CRITICA					
CICLO (C)	93	Volumen	$\Sigma(v/s)$	max	Relación Volumen-Capacidad Crítica (Xc)
Tiempo perdido (L)	18				
Aproximación	# de carril				
HACIA EL SUR	1	71	0.14	0.14	
HACIA EL ESTE	2	91	0.24	0.24	
HACIA EL OESTE	3	118	0.12	0.12	

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.6.2 Cuadros resumen

TABLA N°98: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Mariscal Castilla.

Paso 7.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD						
Aproximación	# de carril	Numero de Carriles (N)	Verde efectivo (g)	Ciclo Semáforico (C)	Saturación (s)	Capacidad (c)
HACIA EL SUR	1	1	37	93	491.16	195.41
HACIA EL ESTE	2	1	50	93	386.44	207.76
HACIA EL OESTE	3	1	50	93	977.93	525.77

Paso 7.2 CALCULO DE LA RELACIÓN VOLUMEN/ CAPACIDAD				
Aproximación	# de carril	Volumen	Capacidad (c)	Relación Volumen-Capacidad (x)
HACIA EL SUR	1	71	195.41	0.36
HACIA EL ESTE	2	91	207.76	0.44
HACIA EL OESTE	3	118	525.77	0.22

Paso 7.3 CALCULO DE LA RELACIÓN VOLUMEN/ CAPACIDAD CRITICA					
CICLO (C)	93	Volumen	$\Sigma(v/s)$	max	Relación Volumen-Capacidad Crítica (Xc)
Tiempo perdido (L)	18				
Aproximación	# de carril				
HACIA EL SUR	1	71	0.14	0.14	
HACIA EL ESTE	2	91	0.24	0.24	
HACIA EL OESTE	3	118	0.12	0.12	

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°99: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Torrechayoc.

Paso 7.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD						
Aproximación	# de carril	Numero de Carriles (N)	Verde efectivo (g)	Ciclo Semáforico (C)	Saturación (s)	Capacidad (c)
HACIA EL SUR	1	1	37	93	517.65	205.95
HACIA EL ESTE	2	1	50	93	414.02	222.59
HACIA EL OESTE	3	1	50	93	1016.98	546.76

Paso 7.2 CALCULO DE LA RELACIÓN VOLUMEN/ CAPACIDAD				
Aproximación	# de carril	Volumen	Capacidad (c)	Relación Volumen-Capacidad (x)
HACIA EL SUR	1	41	205.95	0.20
HACIA EL ESTE	2	87	222.59	0.39
HACIA EL OESTE	3	103	546.76	0.19

Paso 7.3 CALCULO DE LA RELACIÓN VOLUMEN/ CAPACIDAD CRITICA					
CICLO (C)	93	Volumen	$\Sigma(v/s)$	max	Relación Volumen-Capacidad Crítica (Xc)
Tiempo perdido (L)	18				
Aproximación	# de carril				
HACIA EL SUR	1	41	0.08	0.08	
HACIA EL ESTE	2	87	0.21	0.21	
HACIA EL OESTE	3	103	0.10	0.10	

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°100: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Comercio.

Paso 7.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD						
Aproximación	# de carril	Numero de Carriles (N)	Verde efectivo (g)	Ciclo Semáforico (C)	Saturación (s)	Capacidad (c)
HACIA EL SUR	1	1	37	93	511.86	203.65
HACIA EL ESTE	2	1	50	93	406.33	218.46
HACIA EL OESTE	3	1	50	93	1015.65	546.05

Paso 7.2 CALCULO DE LA RELACIÓN VOLUMEN/ CAPACIDAD				
Aproximación	# de carril	Volumen	Capacidad (c)	Relación Volumen-Capacidad (x)
HACIA EL SUR	1	41	203.65	0.20
HACIA EL ESTE	2	98	218.46	0.45
HACIA EL OESTE	3	96	546.05	0.18

Paso 7.3 CALCULO DE LA RELACIÓN VOLUMEN/ CAPACIDAD CRITICA					
CICLO (C)	93	Volumen	Σ(v/s)	max	Relación Volumen-Capacidad Crítica (Xc)
Tiempo perdido (L)	18				
Aproximación	# de carril				
HACIA EL SUR	1	41	0.08	0.08	0.52
HACIA EL ESTE	2	98	0.24	0.24	
HACIA EL OESTE	3	96	0.09	0.09	

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.7 Paso 8. Cálculo de la Demora Total de Control

3.6.2.7.1 Proceso o Cálculo de la Prueba

La demora de control (**d**) para un grupo determinado de carril se calcula utilizando la **ecuación N.º 16**.

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

El primer término a calcular “d1”, es igual a la demora uniforme que se reemplaza en la **ecuación N.º 17**.

$$d_1 = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - [\min(1, X) g/C]}$$

Haciendo uso de la Aproximación “Hacia el Sur”, se reemplaza en la ecuación anterior.

$$d_1 = \frac{0.5 \times 93 \left(1 - \frac{37}{93}\right)^2}{1 - [0.36 * 37/93]}$$

$$d_1 = 19.71 \text{ segundos}$$

Obteniendo en este grupo de carril una demora “d1” de 18.32 segundos.

El siguiente término “d2”, es igual a la demora incremental y se calcula con la **ecuación N.º 18** y haciendo uso de los siguientes datos:

T	0.25
k	0.5
l	1

$$d_2 = 900T \left[(X_A - 1) + \sqrt{(X_A - 1)^2 + \frac{8kIX_A}{c_A T}} \right]$$

Con la ecuación N.º 19:

$$X_A = v/c_A$$

Reemplazando:

$$X_A = 0.02$$

$$d_2 = 900 * 0.25 \left[(0.36 - 1) + \sqrt{(0.36 - 1)^2 + \frac{80 * 5 * 1 * 0.36}{195.41 * 0.25}} \right]$$

$$d_2 = 5.16 \text{ segundos}$$

El siguiente término es “d3”, el cual representa a la demora de cola inicial y se calcula con la **ecuación N.º 21**.

$$d_3 = \frac{3600}{vT} \left(t_A \frac{Q_b + Q_e + Q_{eo}}{2} + \frac{Q_e^2 - Q_{eo}^2}{2c_A} - \frac{Q_b^2}{2c_A} \right)$$

Reemplazando para la Aproximación Hacia el Sur:

El volumen es menor a la Capacidad:

$$41 < 195.41$$

Por lo tanto, se usa la **ecuación N.º 25**.

$$Q_{eo} = 0.0 \text{ veh}$$

Kb es igual a la cola inicial al inicio del Análisis:

$$Q_b = 4 \text{ veh}$$

Como el volumen es menor a la Capacidad entonces el valor de “t” es igual a la **ecuación N.º 26**.

$$t = \frac{4}{195.41 - 41} \leq T$$

$$t = 0.026$$

Por lo tanto:

$$Q_e = 4 + 0.026 * (41 - 195.41)$$

$$Q_e = 0.0 \text{ vehiculos}$$

Reemplazando en la ecuación N.º 21.

$$d_3 = \frac{3600}{41 * 0.25} \left(0.026 * \frac{4 + 0 + 0}{2} + \frac{0^2 - 0^2}{2 * 195.41} - \frac{4^2}{2 * 195.41} \right)$$

$$d_3 = 0.85 \text{ segundo}$$

Este Carril “1” en la Aproximación “Hacia el Sur” cuenta con 29.61 segundos de demora total de control para los vehículos.

Se sigue el mismo procedimiento para las demás aproximaciones.

3.6.2.7.2 Cuadros resumen

TABLA N°101: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Mariscal Castilla.

Paso 8 Calculo de la demora Total								
Aproximación	# de carril	demora uniforme (d1)	demora incremental (d2)	Cola al Final del Periodo de análisis	Cola Inicial al Inicio del Análisis (Qb)	Cola al Final del Periodo de análisis (Qe)	demora de cola inicial (d3)	demora Total de Control (d)
HACIA EL SUR	1	19.71	5.16	0.00	4	0.00	4.74	29.61
HACIA EL ESTE	2	13.00	6.58	0.00	6	0.00	10.68	30.27
HACIA EL OESTE	3	11.30	0.99	0.00	6	0.00	1.21	13.50

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°102: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Torrechayoc.

Paso 8 Calculo de la demora Total								
Aproximación	# de carril	demora uniforme (d1)	demora incremental (d2)	Cola al Final del Periodo de análisis	Cola Inicial al Inicio del Análisis (Qb)	Cola al Final del Periodo de análisis (Qe)	demora de cola inicial (d3)	demora Total de Control (d)
HACIA EL SUR	1	18.31	2.16	0.00	2	0.00	0.85	21.32
HACIA EL ESTE	2	12.59	5.09	0.00	1	0.00	0.24	17.92
HACIA EL OESTE	3	11.06	0.76	0.00	1	0.00	0.03	11.85

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°103: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Comercio.

Paso 8 Calculo de la demora Total								
Aproximación	# de carril	demora uniforme (d1)	demora incremental (d2)	Cola al Final del Periodo de análisis cuando $V >= c$ (Qeo)	Cola Inicial al Inicio del Análisis (Qb)	Cola al Final del Periodo de análisis (Qe)	demora de cola inicial (d3)	demora Total de Control (d)
HACIA EL SUR	1	18.33	2.21	0.00	2	0.00	0.87	21.41
HACIA EL ESTE	2	13.10	6.53	0.00	2	0.00	1.09	20.73
HACIA EL OESTE	3	10.98	0.70	0.00	2	0.00	0.12	11.80

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.2.8 Paso 9. Determinar el Nivel de Servicio

3.6.2.8.1 Proceso o Cálculo de la Prueba

Haciendo uso de la tabla tal, que se presenta a continuación, se compara las demoras y se establece el Nivel de Servicio

TABLA N°104: Criterios de Nivel de Servicio para Automóviles en intersecciones

Demora de Control (s/veh)	Nivel de Servicio por la relación Volumen-Capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1.0
≤ 10	A	F
$> 10 - 20$	B	F
$> 20 - 35$	C	F
$> 35 - 55$	D	F
$> 55 - 80$	E	F
> 80	F	F

Fuente: HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010). TRB

Para la Aproximación “Hacia el Sur”, de la Intersección se obtuvo una demora de 21.32 segundos, al compararlo con la tabla El nivel de Servicio del Grupo de Carril es “C”.

Se repite el proceso para los demás grupos de carril.

Para el **Nivel de Servicio de la Intersección** se calcula la demora de toda la intersección con la **ecuación N.º 42**.

$$d_{inter.} = \frac{(d1 * v1 + d2 * v2 + dn * vn)}{(v1 + v2 + vn)}$$

Reemplazando:

$$d_{intersección.} = \frac{29.61 * 71 + 30.27 * 91 + 13.50 * 118}{(71 + 91 + 118)}$$

$$d_{aprox.} = 23.04 \text{ segundos}$$

Al usar la tabla anterior tenemos que la intersección presenta un nivel de servicio C.

3.6.2.8.2 Cuadros resumen

TABLA N°105: Intersección Av. Ferrocarril – Mariscal Castilla.

Paso 9.NIVEL DE SERVICIO					
Aproximación	# de carril	demora Total de Control (d)	N S GRUPO DE CARRIL	DEMORA TOTAL DE LA INTERSECCIÓN	NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN
HACIA EL SUR	1	29.61	C	23.04	C
HACIA EL ESTE	2	30.27	C		
HACIA EL OESTE	3	13.50	B		

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°106: Resumen: Intersección Av. Ferrocarril – Av. Torrechayoc.

Paso 9.NIVEL DE SERVICIO					
Aproximación	# de carril	demora Total de Control (d)	N S GRUPO DE CARRIL	DEMORA TOTAL DE LA INTERSECCIÓN	NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN
HACIA EL SUR	1	21.32	C	15.82	B
HACIA EL ESTE	2	17.92	B		
HACIA EL OESTE	3	11.85	B		

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°107: Intersección Av. Ferrocarril – Jr. Comercio.

Paso 9.NIVEL DE SERVICIO					
Aproximación	# de carril	demora Total de Control (d)	N S GRUPO DE CARRIL	DEMORA TOTAL DE LA INTERSECCIÓN	NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN
HACIA EL SUR	1	21.41	C	17.20	B
HACIA EL ESTE	2	20.73	C		
HACIA EL OESTE	3	11.80	B		

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.3. Determinación del estado de la superficie de los pavimentos

3.6.3.1 Calculo de unidades de muestreo

De la tabla N°36 deducimos la longitud de la muestra que es 31.5 metros ya que ningún ancho de las calzadas en estudio es menor a los 7.3 metros, como se puede apreciar en la tabla N°55. Según el método utilizado el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 230 ± 93.0 m².

TABLA N°108: Anchos y Largos de calzada.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°12	
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba
Ancho y Largo de Calzada:	
FERROCARRIL TRAMO 1	
Ancho de Calzada:	7.86
Largo de Calzada:	1156.2
FERROCARRIL TRAMO 2	
Ancho de Calzada:	9.58
Largo de Calzada:	624.5
FERROCARRIL TRAMO 3	
Ancho de Calzada:	8.71
Largo de Calzada:	658.2
TORRECHAYOC	
Ancho de Calzada:	7.68
Largo de Calzada:	359.7
COMERCIO	
Ancho de Calzada:	7.35
Largo de Calzada:	234.6

FUENTE: Elaboración propia.

Teniendo el largo y la longitud de calzada de cada muestra tenemos:

TABLA N°109: Calculo de unidades de muestreo

PROCESAMIENTO DE DATOS N°13			
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro		
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba		
Unidades de muestra			
FERROCARRIL TRAMO 1			
Largo de Calzada:	1156.2		
Unidades de muestra	36.7	Aprox	37
FERROCARRIL TRAMO 2			
Largo de Calzada:	624.5		
Unidades de muestra	19.83	Aprox	20
FERROCARRIL TRAMO 3			
Largo de Calzada:	658.2		
Unidades de muestra	20.9	Aprox	21
TORRECHAYOC			
Largo de Calzada:	359.7		
Unidades de muestra	11.42	Aprox	11
COMERCIO			
Largo de Calzada:	234.6		
Unidades de muestra	7.45	Aprox	7

FUENTE: Elaboración propia.

Para el mejor entendimiento tenemos las progresivas de todas las unidades de muestreo.

TABLA N°110: Progresivas de ferrocarril tramo 01

PROGRESIVAS		
N°	INICIAL	FINAL
1	0	31.5
2	31.5	63
3	63	94.5
4	94.5	126
5	126	157.5
6	157.5	189
7	189	220.5
8	220.5	252
9	252	283.5
10	283.5	315
11	315	346.5
12	346.5	378



13	378	409.5
14	409.5	441
15	441	472.5
16	472.5	504
17	504	535.5
18	535.5	567
19	567	598.5
20	598.5	630
21	630	661.5
22	661.5	693
23	693	724.5
24	724.5	756
25	756	787.5
26	787.5	819
27	819	850.5
28	850.5	882
29	882	913.5
30	913.5	945
31	945	976.5
32	976.5	1008
33	1008	1039.5
34	1039.5	1071
35	1071	1102.5
36	1102.5	1134
37	1134	1156.2

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.3.2 Calculo del número de unidades de muestreo

Como algunas de las vías en estudio tienen un número muy grande de unidades de muestreo es necesario aplicar un proceso de muestro, entonces de la Ecuación N°01 tenemos:

$$n = \frac{Ns^2}{((\frac{e^2}{4}) * (N - 1) + s^2)}$$

TABLA N°111: Calculo de número mínimo de unidades de muestreo

PROCESAMIENTO DE DATOS N°14			
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro		
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba		
Numero mínimo de unidades de muestreo			
FERROCARRIL TRAMO 1			
Unidades de muestra	36.7	Aprox	37
N. Minimo de U. muestra:	12.19	Aprox	12
FERROCARRIL TRAMO 2			
Unidades de muestra	19.83	Aprox	20
N. Minimo de U. muestra:	9.52	Aprox	10
FERROCARRIL TRAMO 3			
Unidades de muestra	20.9	Aprox	21
N. Minimo de U. muestra:	9.74	Aprox	10
TORRECHAYOC			
Unidades de muestra	11.42	Aprox	11
N. Minimo de U. muestra:	6.85	Aprox	7
COMERCIO			
Unidades de muestra	7.45	Aprox	7
N. Minimo de U. muestra:	5.05	Aprox	5

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.3.3 Selección de las unidades de muestreo

Como se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar, de la ecuación N°2 tenemos:

TABLA N°112: Calculo de número mínimo de unidades de muestreo

PROCESAMIENTO DE DATOS N°15			
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro		
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba		
SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO			
FERROCARRIL TRAMO 1			
Unidades de muestra	36.7	Aprox	37
N. Mínimo de U. muestra:	12.19	Aprox	12
i:	3		
FERROCARRIL TRAMO 2			
Unidades de muestra	19.83	Aprox	20
N. Mínimo de U. muestra:	9.52	Aprox	10
i:	2		
FERROCARRIL TRAMO 3			
Unidades de muestra	20.9	Aprox	21
N. Mínimo de U. muestra:	9.74	Aprox	10
i:	2		
TORRECHAYOC			
Unidades de muestra	11.42	Aprox	11
N. Mínimo de U. muestra:	6.85	Aprox	7
i:	1		
COMERCIO			
Unidades de muestra	7.45	Aprox	7
N. Mínimo de U. muestra:	5.05	Aprox	5
i:	1		

FUENTE: Elaboración propia.

En la avenida Ferrocarril tramo 1 tenemos 37 Unidades de muestreo y nos dice que el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar deben ser 12, ya que el inicio es aleatorio, escojo estudiar desde la muestra N°02 entonces aplicando el valor de i, las muestra a evaluar son: U02, U05, U08, U11, U14, U17, U20, U23, U26, U29, U32 y U35.

En la avenida Ferrocarril tramo 2 tenemos 20 Unidades de muestreo y nos dice que el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar deben ser 10, ya que el inicio es aleatorio escojo estudiar desde la muestra N°02 entonces aplicando el valor de i, las muestra a evaluar son: U02, U04, U06, U08, U10, U12, U14, U16, U18 y U20.

En la avenida Ferrocarril tramo 3 tenemos 21 unidades de muestreo y nos dice que el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar deben ser 10, ya que el inicio es aleatorio, escojo estudiar desde la muestra N°02 entonces aplicando el valor de i , las muestra a evaluar son: U02, U04, U06, U08, U10, U12, U14, U16, U18 y U20.

En la avenida Torrechayoc tenemos 11 unidades de muestreo y nos dice que el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar deben ser 7, ya que el inicio es aleatorio, escojo estudiar desde la muestra N°03 entonces aplicando el valor de i , las muestra a evaluar son: U03, U04, U05, U06, U07, U08 y U09.

En el jirón Comercio tenemos 07 unidades de muestreo y nos dice que el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar deben ser 5, ya que el inicio es aleatorio, escojo estudiar desde la muestra N°02 entonces aplicando el valor de i , las muestra a evaluar son: U02, U03, U04, U05 y U06.

Las unidades de muestreo quedarían de la siguiente manera tomando como referencia las progresivas de la tabla N° 57.

TABLA N°113: Unidades de muestreo a evaluar:

FERROCARRIL CUADRA 1																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
FERROCARRIL CUADRA 2																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																			
FERROCARRIL CUADRA 3																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21																		
TORRECHAYOC																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																												
COMERCIO																																						
1	2	3	4	5	6	7																																

FUENTE: Elaboración propia.

3.6.3.4 Calculo del PCI

A continuación, se explican los datos de campo obtenidos durante la inspección visual de fallas en el tramo Avenida Ferrocarril tramo 01, Km 0+031.50 - 0 +063.00; así como el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada. Las fotografías de las

áreas de estudio, así como las principales fallas de las unidades de muestra, se encuentran detalladas en el anexo 1.

TABLA N°114: Guía de observación N°02 para la unidad de muestra F01

		METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS FLEXIBLES							
		GUIA DE OBSERCAION N°02							
Ubicación: Av. Ferrocarril		Localidad: Urubamba			Fecha: 17-10-2017				
Tramo: 1	Unidad muestrada: F01	Progresiva: 0+031,50		-		0+063,00			
Area de la muestra (m²): 247.59		Ejecutor: Jean Christian Gabriel Chacon Castro							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m²	11.- Parcheo	m²	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B=7.86 mts. Lm=31.5 mts				
	2.- Exudación	m²	12.- Agregados pulidos	m²					
	3.- Fisuras en bloque	m²	13.- Baches/huecos	Nº					
	4.- Abultamientos y hundimiento:	m	14.- Cruce de via férrea.	m²					
	5.- Corrugacion	m²	15.- Ahuellamiento	m²					
	6.- Depresiones	m²	16.- Desplazamiento	m²					
	7.- Fisura de borde	m	17.- Fisura parabolica o por desliza	m²					
	8.- Fisura de reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m²					
	9.- Desnivel de carril-berma.	m	19.- Disregación y desgaste	m²					
	10.- Fisuras long. y transv.	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
1			10			13			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
2.36	4.75	3.89		1.40	5.60			2.00	
1.64	2.15	4.79		3.60	2.45			1.00	
	3.75	6.42		2.40	4.65				
	6.58	9.72		3.25	1.90				
	2.87			6.80					
TOTAL POR FALLA	4.00	20.10	24.82	0.00	17.45	14.60	0.00	0.00	3.00
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCIDO	PCI = 100 - VDC 4.00 CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: FALLADO					
1	L	1.62%	14.80						
1	M	8.12%	46.20						
1	H	10.02%	63.10						
10	M	7.05%	14.50						
10	H	5.90%	12.30						
13	H	1.21%	58.50						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:		VDT =	209.40						
MAXIMO VALOR CORREGIDO DEDUCIDO		CDV =	96.00						
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS		mi =	4.39						
Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	63.1	58.5	46.2	14.8	5.64		188.24	5	90
2	63.1	58.5	46.2	14.8	2		184.6	4	95
3	63.1	58.5	46.2	2	2		171.8	3	96
4	63.1	58.5	2	2	2		127.6	2	85
5	63.1	2	2	2	2		71.1	1	71

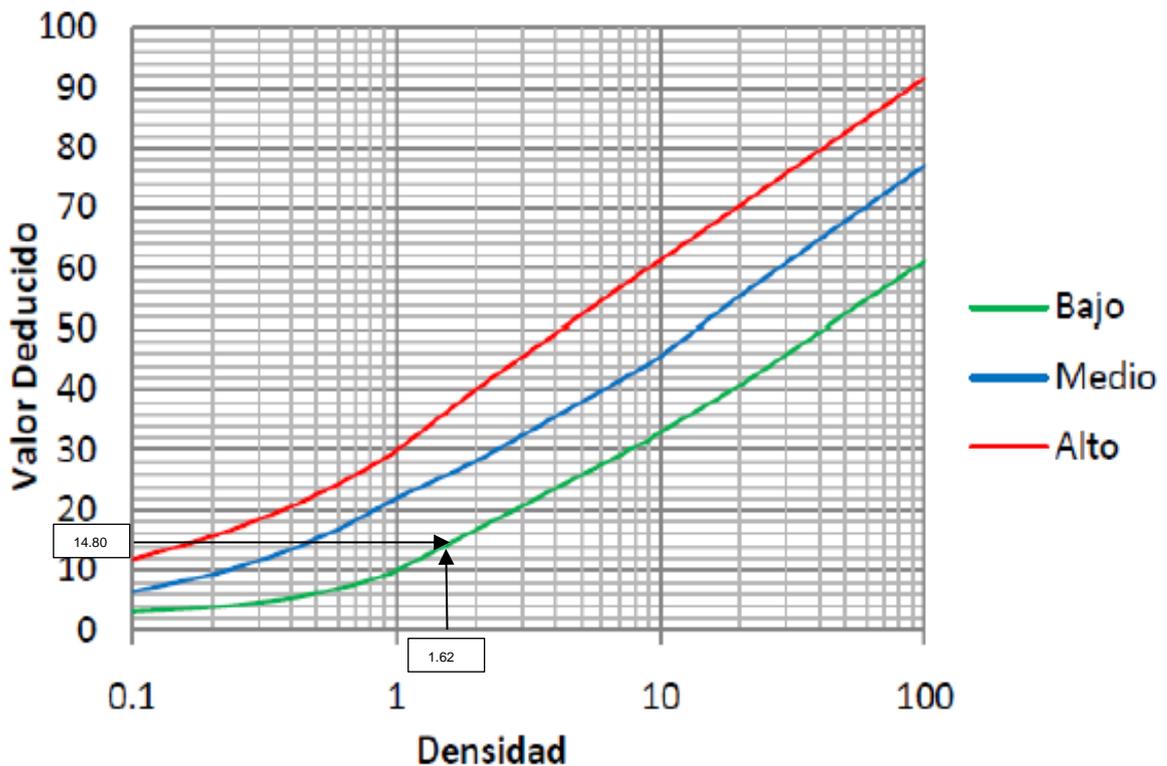
FUENTE: Elaboración propia.

Luego de la inspección visual de fallas procedemos a hallar la densidad:

$$\text{Densidad} = (\text{Total individual} / \text{Área}) \times 100 = (4,0 / 247,59) \times 100 = 1.62\%$$

Con la densidad procedemos a encontrar el valor deducido, en este caso piel de cocodrilo.

TABLA N°115: Valor deducido para piel de cocodrilo



FUENTE: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

Con todos los valores deducidos procedemos a hallar el número máximo admisible de valores deducidos.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + 9/98(100 - 63.10) = 4.39$$

En este caso como tenemos 6 valores, solo se toma en cuenta los 4.39 incluido decimales. Se acomodan los valores deducidos mayores que 2, de mayor a menor comenzando por la izquierda hacia la derecha.

Dejamos el valor de 12.30 ya que es el más bajo (sexto valor) y corregimos el valor 14.50 (quinto valor) ya que solo se debe tomar 0.39 del valor que en este caso es 5.64 (nuevo valor corregido).

Luego reduzca a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales que sea mayor que 2.0, luego procedemos a hallar el TOTAL que es la suma de todos los valores. Repetimos este procedimiento hasta q sea igual a 1.

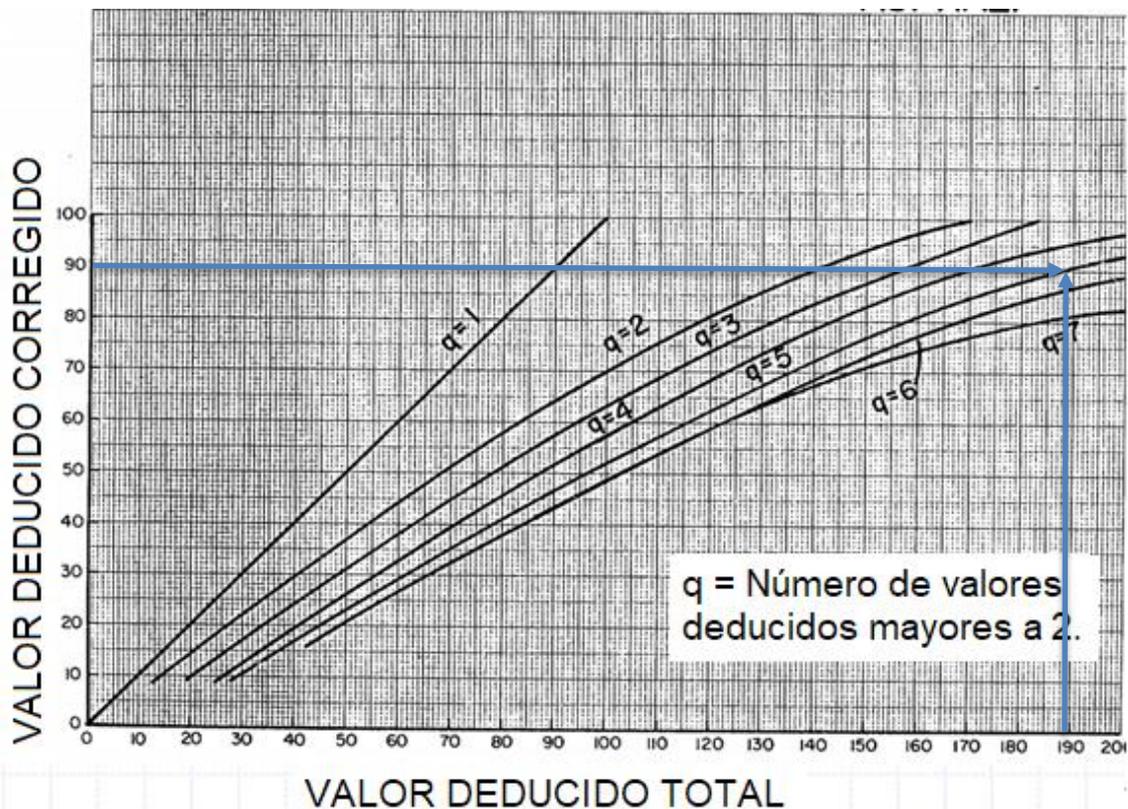
TABLA N°116: Calculo de valor deducido total

N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	63.1	58.5	46.2	14.8	5.64		188.24	5	90
2	63.1	58.5	46.2	14.8	2		184.6	4	95
3	63.1	58.5	46.2	2	2		171.8	3	96
4	63.1	58.5	2	2	2		127.6	2	85
5	63.1	2	2	2	2		71.1	1	71

FUENTE: Elaboración propia.

Para hallar el valor deducido total utilizaremos la tabla N°40

TABLA N°117: Valor deducido total para 188.24 en q= 5.





FUENTE: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido, en este caso el valor es 96.

$PCI = (100-96) = 4$ siendo el estado de pavimento fallado.

Realizando los mismos procedimientos tenemos:

TABLA N°118: PCI de la avenida Ferrocarril tramo 01.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°16		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
FERROCARRIL TRAMO 1		
F01	4.00	FALLADO
F02	14.00	MUY MALO
F03	29.00	MALO
F04	30.00	MALO
F05	31.00	MALO
F06	46.00	REGULAR
F07	36.00	MALO
F08	32.00	MALO
F09	50.00	REGULAR
F10	43.00	REGULAR
F11	46.00	REGULAR
F12	35.00	MALO
PROMEDIO	33	MALO

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°119: PCI de la avenida Ferrocarril tramo 02.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°16		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
FERROCARRILTRAMO 2		
F13	22.00	MUY MALO
F14	35.00	MALO
F15	34.00	MALO
F16	61.00	BUENO
F17	65.00	BUENO
F18	49.00	REGULAR
F19	61.00	BUENO
F20	56.00	BUENO
F21	46.00	REGULAR
F22	49.00	REGULAR
PROMEDIO	48	REGULAR

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°120: PCI de la avenida Ferrocarril tramo 03.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°16		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
FERROCARRIL TRAMO 3		
F23	30.00	MALO
F24	47.00	REGULAR
F25	31.00	MALO
F26	42.00	REGULAR
F27	48.00	REGULAR
F28	31.00	MALO
F29	23.00	MUY MALO
F30	17.00	MUY MALO
F31	33.00	MALO
F32	14.00	MUY MALO
PROMEDIO	32	MALO

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°121: PCI de la avenida Torrechayoc.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°16		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
TORRECHAYOC		
T01	40	MALO
T02	40	MALO
T03	24	MUY MALO
T04	38	MALO
T05	39	MALO
T06	55	REGULAR
T07	39	MALO
PROMEDIO	39	MALO

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°122: PCI del jirón Comercio.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°16		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
COMERCIO		
C01	62	BUENO
C02	53	REGULAR
C03	19	MUY MALO
C04	34	MALO
C05	39	MALO
PROMEDIO	41	REGULAR

FUENTE: Elaboración propia.

Las guías de observación N°02 del área de estudio se encuentran detalladas en el anexo 01.



TABLA N°123: PCI FINAL DE LAS VIAS EN ESTUDIO.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°16			
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, JR. COMERCIO Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro		
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba		
PCI FINAL			
FERROCARRIL TRAMO 1			
PROMEDIO		33	MALO
FERROCARRIL TRAMO 2			
PROMEDIO		48	REGULAR
FERROCARRIL TRAMO 3			
PROMEDIO		32	MALO
TORRECHAYOC			
PROMEDIO		39	MALO
COMERCIO			
PROMEDIO		41	REGULAR

FUENTE: Elaboración propia.



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. NIVEL DE SERVICIO.

La norma HCM 2010 presenta los siguientes niveles de servicio:

TABLA N°124: Niveles de servicio para vías de dos carriles, Clase I y Clase II

NIVEL DE SERVICIO	CLASE I		CLASE II	CLASE III
	Velocidad media de viaje (mi/h) (ATS).	% tiempo consumido en seguimiento (PTSF%)	(PTSF%)	(PTSF%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50 – 55	>35 – 50	>40 - 55	>83.3–91.7
C	>45 – 50	>50 – 65	>55 - 70	>75.0–83.3
D	>40 – 45	>65 – 80	>70 - 85	>66.7–75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

FUENTE: Highway Capacity Manual, HCM 2000.

Los resultados obtenidos tras el cálculo presentado son:

TABLA N°125: Nivel de Servicio Avenida Ferrocarril.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°11		
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
NIVEL DE SERVICIO		
FERROCARRIL TRAMO 1		
ATS:	36.86	mi/h
PTSF:	55.35	%
NIVEL DE SERVICIO	E	
FERROCARRIL TRAMO 2		
ATS:	37.74	mi/h
PTSF:	52.78	%
NIVEL DE SERVICIO	E	
FERROCARRIL TRAMO 3		
ATS:	39.41	mi/h
PTSF:	38.68	%
NIVEL DE SERVICIO	E	

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°126: Nivel de Servicio intersección Ferrocarril – Torrechayoc.

Paso 9.NIVEL DE SERVICIO					
Aproximación	# de carril	demora Total de Control (d)	N S GRUPO DE CARRIL	DEMORA TOTAL DE LA INTERSECCIÓN	NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN
HACIA EL SUR	1	21.32	C	15.82	B
HACIA EL ESTE	2	17.92	B		
HACIA EL OESTE	3	11.85	B		

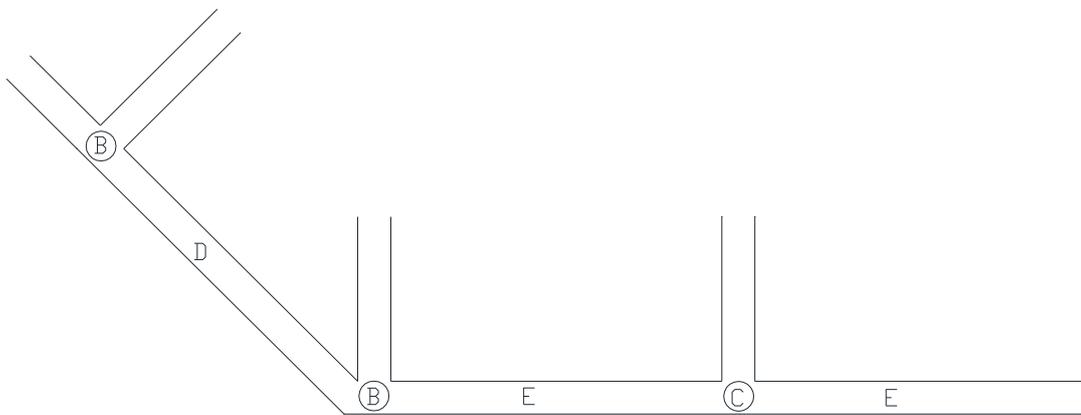
FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°127: Nivel de Servicio intersección Ferrocarril – Comercio.

Paso 9.NIVEL DE SERVICIO					
Aproximación	# de carril	demora Total de Control (d)	N S GRUPO DE CARRIL	DEMORA TOTAL DE LA INTERSECCIÓN	NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN
HACIA EL SUR	1	21.41	C	17.20	B
HACIA EL ESTE	2	20.73	C		
HACIA EL OESTE	3	11.80	B		

FUENTE: Elaboración propia.

FIGURA N°33: Resumen en Croquis.



FUENTE: Elaboración propia.

TABLA N°128: Resumen nivel de Servicio.

NIVEL DE SERVICIO	
FERROCARRIL TRAMO 1	E
FERROCARRIL TRAMO 2	E
FERROCARRIL TRAMO 3	E
TORRECHAYOC	B
COMERCIO	B

FUENTE: Elaboración propia.

4.2. ESTADO DE FALLAS(PCI):

Según el método del PCI tenemos:

Tabla N°129: Índice de la condición del pavimento y escala de la evaluación

Valor del PCI		Evaluación
De	a	
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Aceptable
25	40	Pobre
10	25	Muy Pobre
0	10	Fallado

FUENTE: Índice de Condición del Pavimento (PCI).

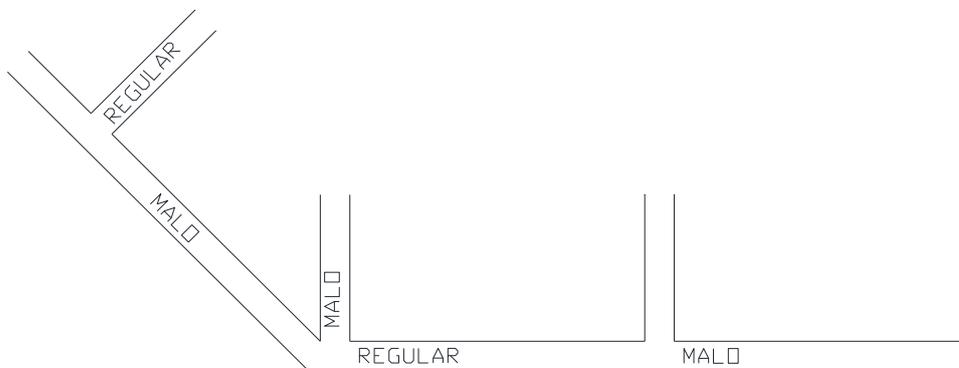
Los resultados obtenidos tras el cálculo presentado son:

TABLA N°130: PCI FINAL DE LAS VIAS EN ESTUDIO.

PROCESAMIENTO DE DATOS N°16			
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro		
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba		
PCI FINAL			
FERROCARRIL TRAMO 1			
PROMEDIO		33	MALO
FERROCARRIL TRAMO 2			
PROMEDIO		48	REGULAR
FERROCARRIL TRAMO 3			
PROMEDIO		32	MALO
TORRECHAYOC			
PROMEDIO		39	MALO
COMERCIO			
PROMEDIO		41	REGULAR

FUENTE: Elaboración propia.

FIGURA N°34: Resumen en Croquis.



FUENTE: Elaboración propia.

4.3. CAPACIDAD VIAL:

Los resultados obtenidos tras el cálculo presentado son:



TABLA N°131: CAPACIDAD VIAL

CAPACIDAD VIAL		
FERROCARRIL TRAMO 1		
Direccional:		
	333	Veh livianos/h/un sentido
Bidireccional:		
	705	Veh livianos/h/ambos sentidos
FERROCARRIL TRAMO 2		
Direccional:		
	149	Veh livianos/h/un sentido
Bidireccional:		
	639	Veh livianos/h/ambos sentidos
FERROCARRIL TRAMO 3		
Direccional:		
	176	Veh livianos/h/un sentido
Bidireccional:		
	462	Veh livianos/h/ambos sentidos

FUENTE: Elaboración propia.

4.4. NIVEL DE SERVICIO FINAL:

Con los resultados determinados anteriormente: Nivel de servicio según la normal HCM 2010 y determinación del PCI, se hace un re-ajuste de resultados y se determina el Nivel de servicio final para cada vía.

TABLA N°132: Resultados del Nivel de Servicio final.

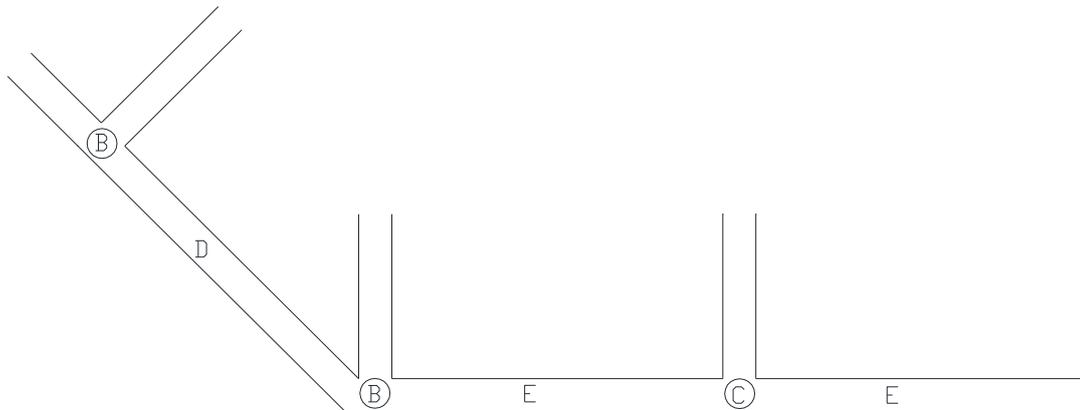
VIA / INTERSECCION / APROXIMACION	NIVEL DE SERVICIO FINAL		
	SEGÚN		
	HCM2010 VIA DE DOS CARRILES	HCM2010 INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	PCI
FERROCARRIL TRAMO 01	E		MALO
FERROCARRIL TRAMO 02	E		REGULAR
FERROCARRIL TRAMO 03	E		MALO
TORRECHAYOC		B	MALO
COMERCIO		B	REGULAR

FUENTE: Elaboración propia.



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

1. ¿Existe alguna relación de los niveles de servicio hallados en las intersecciones con los hallados en las vías de 2 carriles?



Como podemos observar en la imagen se puede observar que al ingresar a la Avenida Ferrocarril tramo 01 tenemos un nivel de servicio "E" en la primera intersección un nivel de servicio "C", en la Avenida Ferrocarril tramo 02 un nivel de servicio "E", en la segunda intersección un nivel de servicio "B", en la Avenida Ferrocarril tramo 03 un nivel de servicio "D" y finalmente en la ultima intersección un nivel de servicio "B".

Gracias a esto podemos deducir que el nivel de servicio de las intersecciones mejora o empeora el nivel de servicio de la vía de 2 carriles.

2. ¿Existe alguna relación de los niveles de servicio hallados en las vías con el PCI?

Si existe una clara relación ya que mientras la condición de la superficie del pavimento sea mas critica el nivel de servicio es inadecuado esto podemos observar en casi todos las vías, como ejemplo se toma que en la Avenida Ferrocarril tramo 01 tenemos un nivel de servicio "E" y su PCI es malo(33%).

3. ¿Existe alguna relación de los niveles de servicio hallados en las intersecciones con el PCI?

En este caso no existe una clara relación ya que los resultados varían en casi todas las intersecciones, como ejemplo se toma que en la intersección Ferrocarril



– Torrechayoc tenemos un nivel de servicio “B”, y por aproximación la avenida Torrechayoc tiene un nivel de servicio “C” y su PCI es malo (39%).

4. ¿Influye las intersecciones en el nivel de servicio de la carretera?

Las intersecciones de todos modos influyen en el comportamiento de la vía ya que esta catalogada como una vía nacional (PE 28B) y esta presenta intersecciones semaforizadas ocasionando colas en algunos casos y flujo interrumpido.

5. ¿Cuál es tipo de falla más influyente en las vías de estudio?

Aunque la falla con mas presencia en el carpeta de rodadura del pavimento flexible es la piel de cocodrilo y en el caso de pavimento rígido es la fisuras en bloque la que influye mas son los huecos o baches ya que con la relación densidad, valor deducido es mucho mayor que otros.

6. ¿Existe alguna relación del flujo vehicular con el nivel de servicio?

Si existe, si tenemos un nivel de servicio “A” el flujo vehicular es libre, con un nivel de servicio “B” el flujo vehicular es estable, con un nivel de servicio “C” el flujo vehicular sigue siendo estable pero ya esta condicionado por el resto de trafico y con una limite de velocidad inferior, con un nivel de servicio “D” el flujo vehicular es restringido, con un nivel de servicio “E” el flujo vehicular es inestable ya que se encuentra cerca al limite de la capacidad y en el caso del nivel de servicio “F” representa un flujo forzado ya que excede la capacidad formando largas colas como se puede observar en los llamados cuellos de botella.





GLOSARIO



ATS (VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE): tiempo de viaje en una longitud dada de carretera.

AUTOPISTA: Carretera de calzadas separadas, con un mínimo de dos carriles por sentido, con limitación o control total de accesos a las propiedades colindantes.

BERMA: Franja longitudinal, pavimentada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

CALZADA: Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

CAPACIDAD: Máxima intensidad de vehículos o personas que pueden pasar por un segmento de carril.

CAPACIDAD VIAL: representa la cantidad máxima de vehículos que finalmente pueden desplazarse o circular en dicho espacio físico.

CAPACIDAD POSIBLE: Es el máximo número de vehículos que tiene razonables probabilidades de pasar por una sección dada de una calzada o carril en una dirección (o en ambas para el caso de carreteras de 2 ó 3 carriles) durante un período de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes en la carretera y en el tránsito.

CARRIL: Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

CONGESTION: es la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y problemas de embotellamiento.

DEFORMACIÓN: cualquier cambio de la superficie del pavimento referida a su forma referida a su forma original.



DEMORA: es una medida crítica de las prestaciones existentes en vías con circulación discontinua y en accesos a grandes ciudades.

DENSIDAD VEHICULAR: Cantidad de vehículos ocupando un tramo de vía en un instante dado.

DETERIORO: es el empeoramiento del estado superficial o total de un material o bien.

FFS (VELOCIDAD A FLUJO LIBRE): velocidad promedio de los vehículos en una carretera dada, medida bajo condiciones de un volumen bajo, cuando los conductores tienden a conducir a una velocidad alta sin restricciones de demora.

FHMD (Factor de la Hora de Máxima Demanda): Relación del volumen de la hora de máxima demanda a la tasa de volumen máxima dentro de la hora pico.

FISURAS: Todas aquellas aberturas incontroladas que afectan solamente a la superficie del elemento o a su acabado superficial.

FLUJO VEHICULAR: frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada en un intervalo de tiempo definido.

GRADO DE SATURACIÓN: flujo sostenido de vehículos en relación a la capacidad de la vía.

GRIETAS: Todas aquellas aberturas incontroladas de un elemento superficial que afectan a todo su espesor.

HCM 2010 (HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000): Manual de capacidad de carreteras que estudia el comportamiento de una vía o un tramo de ella.

HORA PUNTA: denominación que se le da al periodo de tiempo, no necesariamente una hora, en el que regularmente se producen congestiones.

NIVEL DEL SERVICIO: Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de ciertos factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de



maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia, y la seguridad.

PAVIMENTO: es una estructura formada por una o más capas de material pétreo tratado.

PENDIENTE: Inclinación de una rasante en el sentido de avance.

PTSF (PORCENTAJE DE TIEMPO EMPLEADO EN SEGUIMIENTO): es el tiempo que tiene un vehículo en circulación referido a uno precedente.

SEPARADOR CENTRAL: Franja longitudinal situada entre dos plataformas separadas, no destinada a la circulación.

TASA DE FLUJO: Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto.

TPDA o VDPA o IMDA: Volumen vehicular diario - promedio anual.

TPDS o VDPS: Volumen vehicular promedio diario semanal.

TRANSITO: Fenómeno ocasionado por la presencia de vehículos, personas y demás que circular por una avenida, calle, jirón o autopista.

VDP: Volumen vehicular diario promedio.

VEHÍCULO: Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.

VEHÍCULO LIGERO: Vehículo autopropulsado diseñado para el transporte de personas, limitando a no más de 9 pasajeros sentados incluye taxis, camionetas y automóviles privados.

VELOCIDAD DE MARCHA: Relación entre la distancia recorrida por un vehículo y el tiempo durante el cual el vehículo ha estado en movimiento al recorrer esa distancia.

VELOCIDAD FLUJO LIBRE: Velocidad determinada cuando el valor de la congestión es igual a 0.



VHDD: Volumen Horario Direccional de Diseño.

VHMD (VOLUMEN EN HORA DE MÁXIMA DEMANDA): Es la cantidad de vehículos que pasa sobre una sección de vía durante 60 minutos consecutivos.

VIA URBANA: Cualquiera de las que componen la red interior de comunicaciones de una población, siempre que no formen parte de una red arterial.

VOLUMEN: Cantidad de vehículos que pasa sobre una sección de vía durante un periodo de tiempo.

Vp (TASA DE FLUJO): es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada.





CONCLUSIONES



CONCLUSIONES:

DE LA HIPÓTESIS GENERAL:

El nivel de servicio y la serviciabilidad de la carpeta de rodadura en las Av. Ferrocarril (PE 28B), Av. Torrechayoc y Jr. Comercio de la ciudad de Urubamba serán inadecuados para la circulación vehicular.

1. CONCLUSIÓN N°01:

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 01(PE 28B) los resultados son VALIDOS por que el nivel de servicio es de nivel "E" y de la serviciabilidad siendo su condición mala.

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 02(PE 28B) los resultados son VALIDOS por que el nivel de servicio es de nivel "D" de la serviciabilidad siendo su condición regular.

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 03(PE 28B) los resultados son VALIDOS por que el nivel de servicio es de nivel "E" y de la serviciabilidad siendo su condición mala.

Todos es tos datos se pueden observar en la **Tabla N°132**.

2. CONCLUSIÓN N°02:

La tesis concluye que el nivel de servicio de la intersección Avenida Ferrocarril – Jirón Mariscal Castilla es "C" siendo estos resultados satisfactorios, así mismo el nivel de servicio del Jirón Mariscal Castilla por aproximación es "C".

La tesis concluye que el nivel de servicio de la intersección Avenida Ferrocarril – Avenida Torrechayoc es "B" siendo estos resultados NO-VALIDOS, así mismo el nivel de servicio del Avenida Torrechayoc por aproximación es "C" y de la serviciabilidad siendo su condición mala.

La tesis concluye que el nivel de servicio de la intersección Avenida Ferrocarril – Jirón Comercio es "B" siendo estos resultados NO-VALIDOS, así mismo el nivel de servicio del Jirón Comercio por aproximación es "C" y de la serviciabilidad siendo su condición regular.

Todos es tos datos se pueden observar en la **Tabla N°132**.

**SUB – HIPÓTESIS N°01:**

La circulación vehicular en las Avenida Ferrocarril, Avenida Torrechayoc y Jirón Comercio tendrá la característica de flujo restringido.

3. CONCLUSIÓN N°03:

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 01(PE 28B) los resultados son VALIDOS debido a que posee un nivel de servicio “E” y tiene unas características de flujo restringido.

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 02(PE 28B) los resultados son VALIDOS debido a que posee un nivel de servicio “D” y tiene unas características de flujo restringido.

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 03(PE 28B) los resultados son VALIDOS debido a que posee un nivel de servicio “E” y tiene unas características de flujo restringido.

La tesis concluye que en la Avenida Torrechayoc los resultados son NO-VALIDOS debido a que posee un nivel de servicio “C” y tiene unas características de flujo libre.

La tesis concluye que en el Jirón Comercio los resultados son NO-VALIDOS debido a que posee un nivel de servicio “C” y tiene unas características de flujo libre.

Todos es tos datos se pueden observar en la **Tabla N°132**.

SUB – HIPÓTESIS N°02:

La presencia de fallas que determina el estado de la superficie del pavimento en la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio de la ciudad de Urubamba según el método PCI es malo.

4. CONCLUSIÓN N°04:

La tesis concluye que en el la Avenida Ferrocarril tramo 01(PE 28B) los resultados son VALIDOS debido a que la condición del pavimento es malo porque su PCI es de 33%.



La tesis concluye que en el la Avenida Ferrocarril tramo 02(PE 28B) los resultados son NO-VALIDOS debido a que la condición del pavimento es regular porque su PCI es de 48%.

La tesis concluye que en el la Avenida Ferrocarril tramo 03(PE 28B) los resultados son VALIDOS debido a que la condición del pavimento es malo porque su PCI es de 32%.

La tesis concluye que en el la Avenida Torrechayoc los resultados son VALIDOS debido a que la condición del pavimento es malo porque su PCI es de 39%.

La tesis concluye que en el Jirón Comercio los resultados son NO-VALIDOS debido a que la condición del pavimento es regular porque su PCI es de 41%.

Todos es tos datos se pueden observar en la **Tabla N°130**.

SUB – HIPÓTESIS N°03:

La capacidad vial de la avenida Ferrocarril, avenida Torrechayoc y jirón Comercio de la ciudad de Urubamba es aceptable.

5. CONCLUSIÓN N°05:

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 01(PE 28B) los resultados son VALIDOS debido a que su capacidad es de 333 veh/hora/sentido y este valor se encuentra muy por debajo del límite (1700 veh/hora/sentido) estos datos con un flujo continuo.

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 02(PE 28B) los resultados son VALIDOS debido a que su capacidad es de 148 veh/hora/sentido y este valor se encuentra muy por debajo del límite (1700 veh/hora/sentido) estos datos con un flujo continuo.

La tesis concluye que en la Avenida Ferrocarril tramo 03(PE 28B) los resultados son VALIDOS debido a que su capacidad es de 176 veh/hora/sentido y este valor se encuentra muy por debajo del límite (1700 veh/hora/sentido) estos datos con un flujo continuo.

Todos es tos datos se pueden observar en la **Tabla N°131**.

La tesis concluye que en la Avenida Torrechayoc los resultados son VALIDOS debido a que su capacidad es de 205.95 veh/hora/sentido por aproximación y



este valor se encuentra muy por debajo del límite (1700 veh/hora/sentido) estos datos con un flujo discontinuo.

La tesis concluye que en la Avenida Torrechayoc los resultados son VALIDOS debido a que su capacidad es de 203.65 veh/hora/sentido por aproximación y este valor se encuentra muy por debajo del límite (1700 veh/hora/sentido) estos datos con un flujo discontinuo.

Todos es tos datos se pueden observar en la **Tabla N°98 y 99**.





RECOMENDACIONES

**RECOMENDACIONES:**

1. Para poder obtener el nivel de servicio real de vías, es necesario contar con una evaluación y análisis de las superficies de rodadura.
2. Es importante brindar un mantenimiento constante a las superficies de rodadura para controlar fisuras, agrietamientos u otras fallas comunes existentes y así poder aumentar la vida útil de cada estructura como la de los vehículos que circulan dicha zona. El mantenimiento constante de las vías significa gastos periódicos menores que al no ser realizados demandan grandes presupuestos de solución.
3. Es vital el incremento de señales viales horizontales y verticales para mejorar la circulación de vehículos y brindar orden y seguridad a los conductores como también a los peatones.
4. Para realizar futuros trabajos de determinación de niveles de servicio, se recomienda utilizar los formatos y “Guías de Observación” diseñadas y adjuntadas en este trabajo de investigación por su sencillez y eficacia.
5. Es fundamental que la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, mediante la Universidad Andina del Cusco, realice la adquisición de normas (en suelos como: ASTM D4429, ASTM D1883, ASTM D698-70, ASTM D1557-70, ASTM D2216, UNE 103-301-94) y manuales (en análisis y diseño de vías como: HCM 2010, Manual de carreteras – Perú) para poder realizar ensayos, evaluaciones, informes, entre otros estudios futuros con base y fundamento reglamentado a nivel Nacional e Internacional.
6. Se recomienda realizar futuros trabajos de investigación relacionados al Nivel de Servicio en empedrados y adoquinados ya que son superficies de rodadura existentes y vigentes en el departamento del Cusco.
7. Es importante realizar el estudio de Nivel de Servicio en relación al tiempo de vida útil del pavimento.
8. En base al Nivel de Servicio obtenido, se pueden plantear las actividades de mejora de las vías en estudio siendo éstas objeto de una futura investigación.
9. Se debe rediseñar el ciclo semafórico, los tiempos de fases que se tienen deben ser optimizados de acuerdo al volumen vehicular actual; estos deben disponerse de acuerdo a la influencia de cada vía dentro de la capacidad y nivel



de servicio de la vía, y además considerando cada uno de los flujos conflictivos, tanto vehiculares como peatonales.

10. El crecimiento comercial a lo largo de la Avenida Ferrocarril (especialmente en las intersecciones) genera que los conductores utilicen el carril derecho de dicha avenida como estacionamiento, generando que pierda funcionalidad, para solucionar este problema es necesario la presencia de policías al menos en las intersecciones en horas punta

11. Debido al muy bajo nivel de servicio dado por velocidad media de viaje se sugieren 2 alternativas para así evitar el colapso de la vía: crear una vía alterna como una vía de evitamiento, que pase por un lugar diferente al de la localidad o ampliar la vía de tal manera de que se convierta en una vía de 4 carriles (2 carriles por dirección).

12. Se sugiere que si no es viable la recomendación n°11 se trabaje en la urbanización de la vía principal Av. Ferrocarril(PE28B) aunque posea características de vía urbana es catalogada como vía nacional, entonces si se catalogaría como vía urbana podría intervenir la administración de la localidad (Municipalidad Provincial de Urubamba) y así evitar trámites burocráticos que llegan a un punto de no cumplirse.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- ASTM International. (2009). ASTM D1883. Sexta Edición. Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM International. (2009). ASTM D2216. Sexta Edición. Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM International. (2009). ASTM D4429. Sexta Edición. Estados Unidos: ASTM International.
- Board, T. R. (2010). Highway Capacity Manual 2010. Volumen I. Washington: National Research Council.
- Cárdenas, James. (2007). Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones. Octava edición. México: Alfaomega.
- Cal y Mayor, R. (2007). Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones (8VA ed.). México D.F., México: ALFAOMEGA.
- Consejo de Directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002). Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles. Primera edición. Montreal: Colección.
- Garber, Nicholas. (2005). Ingeniería de tránsito y carreteras. Tercera edición. México: Thomson.
- Grisales, J. C. (2002). Diseño Geométrico de Carreteras. Primera edición. Colombia: Lito Perla Impresiones.
- Heredia, J y asociados. (2009). Clasificación de las fallas de Pavimentos flexibles y rígidos. Primera edición. Venezuela: José Heredia & Asociados.
- MDGVU. (2005). Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. Lima: Municipalidad de Lima.
- MTC (DG). (2001). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Lima: Municipalidad de Lima.
- Sierra, Francisco. (1994). American Association of State highway and Transportation Officials. Estados Unidos: Grad. Ing. Cam. UBA.
- UNE (1995). Norma Europea 993-1. Primera edición. Madrid: AENOR.
- American Society for Testing and Materials. (2004). Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-03). Estados Unidos.
- Luis Ricardo Vásquez Varela (2002), Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.



REFERENCIAS DE INTERNET.

Universidad Nacional de Ingeniería. (2008). Ingeniería de Tránsito. En:
[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/apuntes-ingenieria-de-](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/apuntes-ingenieria-de-transito.pdf)

[transito.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/apuntes-ingenieria-de-transito.pdf). Consultada el 22 de febrero del 2017 Centeno, Oswaldo. (2010).
Pavimentos.

En: <http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.pe/>. Consultada el 15 de
noviembre del 2017.

Vélez, I. G. (2004). <http://cybertesis.uni.edu.pe>. Obtenido de
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/849>





ANEXOS



ANEXO 01



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 BAJADA								
FECHA:	04/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
7:00 - 7:10	32	7	1	6	1	0	1	0	48
7:10 - 7:20	31	8	2	6	0	0	0	0	47
7:20 - 7:30	32	4	2	4	1	0	2	1	46
7:30 - 7:40	32	8	1	3	1	0	1	0	46
7:40 - 7:50	33	6	1	7	0	0	0	0	47
7:50 - 8:00	31	8	2	5	2	0	1	0	49
8:00 - 8:10	26	3	1	0	0	0	0	0	30
8:10 - 8:20	27	5	1	4	0	0	2	0	39
8:20 - 8:30	33	6	1	3	0	0	2	0	45
8:30 - 8:40	27	7	1	5	1	0	2	1	44
8:40 - 8:50	31	10	1	5	0	0	0	0	47
8:50 - 9:00	33	4	0	1	0	0	0	0	38
9:00 - 9:10	23	3	1	5	1	0	2	0	35
9:10 - 9:20	26	6	1	3	0	0	0	1	37
9:20 - 9:30	23	5	0	2	1	0	1	0	32
9:30 - 9:40	26	6	2	2	0	0	0	0	36
9:40 - 9:50	21	5	3	4	1	0	1	0	35
9:50 - 10:00	20	6	2	1	0	0	2	1	32
10:00 - 10:10	22	10	2	2	0	0	0	0	36
10:10 - 10:20	24	8	1	1	0	0	0	0	34
10:20 - 10:30	22	7	0	1	0	0	0	0	30
10:30 - 10:40	40	7	3	3	0	0	2	0	55
10:40 - 10:50	33	3	0	4	1	0	1	0	42
10:50 - 11:00	25	8	4	4	0	0	0	1	42
11:00 - 11:10	26	10	2	3	1	0	0	0	42
11:10 - 11:20	25	9	3	4	0	0	0	0	41
11:20 - 11:30	31	3	2	1	1	0	0	0	38
11:30 - 11:40	26	2	1	0	1	0	1	0	31
11:40 - 11:50	28	8	3	0	0	0	0	0	39
11:50 - 12:00	31	6	3	1	0	0	3	0	44
12:00 - 12:10	16	10	3	4	0	0	1	0	34
12:10 - 12:20	30	6	5	2	0	0	0	0	43
12:20 - 12:30	29	3	1	1	0	0	2	1	37
12:30 - 12:40	23	9	1	2	0	0	1	0	36
12:40 - 12:50	30	7	5	2	0	0	3	0	47
12:50 - 13:00	31	8	0	0	0	0	0	1	40
13:00 - 13:10	19	7	5	3	1	0	3	1	39
13:10 - 13:20	17	7	1	2	0	0	1	0	28
13:20 - 13:30	21	8	5	1	0	0	2	1	38
13:30 - 13:40	23	7	3	1	1	0	1	0	36
13:40 - 13:50	24	2	2	1	0	0	1	0	30
13:50 - 14:00	24	6	0	0	1	0	1	0	32
14:00 - 14:10	25	10	2	1	0	0	0	0	38
14:10 - 14:20	5	1	0	0	0	0	0	0	6
14:20 - 14:30	7	3	0	2	0	0	1	0	13
14:30 - 14:40	30	5	2	1	0	0	0	0	38
14:40 - 14:50	26	6	1	1	0	0	3	0	37
14:50 - 15:00	27	4	3	1	0	0	0	0	35
15:00 - 15:10	23	4	0	0	0	0	1	0	28
15:10 - 15:20	31	9	6	2	0	0	1	0	49
15:20 - 15:30	21	2	1	0	0	0	1	1	26
15:30 - 15:40	20	5	2	0	0	0	0	0	27
15:40 - 15:50	28	4	2	1	0	0	0	1	36
15:50 - 16:00	24	7	0	0	0	0	0	0	31
16:00 - 16:10	21	1	1	0	0	0	0	0	23
16:10 - 16:20	23	5	0	1	0	0	0	0	29
16:20 - 16:30	20	7	1	0	0	0	1	0	29
16:30 - 16:40	24	2	1	1	0	0	1	0	29
16:40 - 16:50	26	2	1	0	0	0	2	1	32
16:50 - 17:00	20	6	2	1	0	0	3	0	32
17:00 - 17:10	24	6	0	3	0	0	1	0	34
17:10 - 17:20	22	3	2	1	0	0	0	0	28
17:20 - 17:30	25	4	2	3	0	0	0	0	34
17:30 - 17:40	21	3	0	5	0	0	1	0	30
17:40 - 17:50	20	2	1	1	0	0	1	0	25
17:50 - 18:00	2	2	3	1	0	0	0	0	8
18:00 - 18:10	30	4	5	1	0	0	0	0	40
18:10 - 18:20	20	6	1	0	0	0	2	1	30
18:20 - 18:30	29	7	1	0	0	0	3	0	40
18:30 - 18:40	31	4	1	2	0	0	0	1	39
18:40 - 18:50	21	5	0	0	0	0	0	1	27
18:50 - 19:00	35	1	1	0	0	0	2	0	39
19:00 - 19:10	30	7	1	0	0	0	0	0	38
19:10 - 19:20	35	2	2	1	0	0	2	0	42
19:20 - 19:30	32	5	1	0	1	0	1	1	41
19:30 - 19:40	20	3	1	1	0	0	1	0	26
19:40 - 19:50	26	4	2	2	0	0	0	0	34
19:50 - 20:00	22	5	1	0	0	0	0	1	29
TOTAL	1973	424	128	142	17	0	68	17	2769



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04		CROQUIS
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 SUBIDA	
FECHA:	04/06/2017	

CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
7:00 - 7:10	21	1	1	1	0	0	1	0	25
7:10 - 7:20	25	5	0	6	1	0	1	0	38
7:20 - 7:30	24	2	1	3	1	0	1	1	33
7:30 - 7:40	22	4	0	8	1	0	2	0	37
7:40 - 7:50	22	0	2	3	0	0	0	0	27
7:50 - 8:00	30	8	2	5	1	0	1	0	47
8:00 - 8:10	25	6	1	7	1	0	1	0	41
8:10 - 8:20	21	2	0	0	1	0	2	0	26
8:20 - 8:30	18	5	2	6	1	0	1	0	33
8:30 - 8:40	26	6	3	1	0	0	0	1	37
8:40 - 8:50	32	2	2	6	1	0	3	0	46
8:50 - 9:00	31	6	3	2	1	0	1	0	44
9:00 - 9:10	29	3	1	0	0	0	0	1	34
9:10 - 9:20	27	2	1	5	1	0	2	0	38
9:20 - 9:30	28	4	2	4	0	0	1	0	39
9:30 - 9:40	32	11	1	3	1	0	1	0	49
9:40 - 9:50	31	4	1	2	1	0	2	0	41
9:50 - 10:00	31	13	0	4	2	0	0	0	50
10:00 - 10:10	31	8	2	2	1	0	3	0	47
10:10 - 10:20	35	10	2	4	1	0	2	0	54
10:20 - 10:30	40	8	5	5	1	0	3	0	62
10:30 - 10:40	34	12	1	1	0	0	1	0	49
10:40 - 10:50	28	6	1	1	2	0	1	0	39
10:50 - 11:00	31	7	1	4	1	0	3	0	47
11:00 - 11:10	24	7	3	1	1	0	3	1	40
11:10 - 11:20	19	5	0	2	0	0	1	0	27
11:20 - 11:30	29	10	0	4	1	0	1	0	45
11:30 - 11:40	25	8	1	2	1	0	0	1	38
11:40 - 11:50	19	6	2	0	0	0	1	0	28
11:50 - 12:00	19	4	0	2	1	0	1	0	27
12:00 - 12:10	28	5	3	3	1	0	1	0	41
12:10 - 12:20	28	10	0	1	0	0	1	0	40
12:20 - 12:30	30	6	1	1	2	0	0	0	40
12:30 - 12:40	35	10	1	2	1	0	1	0	50
12:40 - 12:50	34	7	2	2	0	0	0	0	45
12:50 - 13:00	28	7	4	1	0	0	2	0	42
13:00 - 13:10	35	8	3	3	3	0	2	0	54
13:10 - 13:20	40	5	3	1	1	0	1	0	51
13:20 - 13:30	24	5	2	2	2	0	1	1	37
13:30 - 13:40	22	6	2	1	3	0	3	0	37
13:40 - 13:50	25	7	5	1	1	0	1	0	40
13:50 - 14:00	30	7	1	2	1	0	1	0	42
14:00 - 14:10	38	9	0	1	2	0	1	0	51
14:10 - 14:20	37	4	1	0	2	0	1	0	45
14:20 - 14:30	16	3	0	0	2	0	0	0	21
14:30 - 14:40	29	1	1	0	1	0	0	1	33
14:40 - 14:50	31	12	0	0	1	0	2	0	46
14:50 - 15:00	45	5	0	7	1	0	0	1	59
15:00 - 15:10	33	12	2	0	1	0	1	0	49
15:10 - 15:20	35	3	1	0	0	0	1	0	40
15:20 - 15:30	35	8	1	0	1	0	1	0	46
15:30 - 15:40	32	6	1	1	1	0	2	0	43
15:40 - 15:50	33	7	4	0	1	0	0	0	45
15:50 - 16:00	25	5	4	1	4	0	2	0	41
16:00 - 16:10	25	2	1	1	3	0	1	0	33
16:10 - 16:20	21	0	1	0	3	0	2	0	27
16:20 - 16:30	35	3	2	0	2	0	0	0	42
16:30 - 16:40	24	5	0	2	2	0	1	0	34
16:40 - 16:50	33	2	1	3	2	0	0	0	41
16:50 - 17:00	33	6	1	4	1	0	0	0	45
17:00 - 17:10	14	5	2	4	1	0	1	0	27
17:10 - 17:20	34	9	2	2	1	0	1	0	49
17:20 - 17:30	36	1	0	0	1	0	2	0	40
17:30 - 17:40	26	4	2	1	0	0	2	0	35
17:40 - 17:50	21	5	1	5	2	0	1	0	35
17:50 - 18:00	34	2	0	0	0	0	0	0	36
18:00 - 18:10	34	4	1	2	1	0	1	0	43
18:10 - 18:20	35	6	1	0	0	0	1	0	43
18:20 - 18:30	33	3	1	1	1	0	0	0	39
18:30 - 18:40	37	2	0	2	2	0	1	0	44
18:40 - 18:50	35	1	2	0	1	0	0	0	39
18:50 - 19:00	35	6	1	3	2	0	0	0	47
19:00 - 19:10	36	7	0	5	0	0	1	0	49
19:10 - 19:20	30	4	2	1	1	0	1	0	39
19:20 - 19:30	38	2	3	1	0	0	0	0	44
19:30 - 19:40	40	5	1	1	1	0	1	0	49
19:40 - 19:50	35	3	1	2	1	0	2	0	44
19:50 - 20:00	37	4	2	1	0	0	2	0	46
TOTAL	2318	424	111	165	84	0	86	8	3196



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04		CROQUIS
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
FECHA:	04/06/2017	

HORA	CONTEO VEHICULAR								TOTAL
	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	2 EJES	3 EJES	
7:00 - 7:10	22	7	2	8	1	0	2	1	43
7:10 - 7:20	26	7	1	6	0	0	1	0	41
7:20 - 7:30	26	6	1	7	2	0	1	0	43
7:30 - 7:40	27	8	2	8	1	0	2	1	49
7:40 - 7:50	23	8	1	7	1	0	1	0	41
7:50 - 8:00	26	4	1	5	1	0	0	0	37
8:00 - 8:10	22	4	1	6	0	0	0	1	34
8:10 - 8:20	22	5	0	8	0	0	2	0	37
8:20 - 8:30	26	5	0	7	1	0	1	0	40
8:30 - 8:40	28	6	0	7	1	0	2	1	45
8:40 - 8:50	28	1	1	6	0	0	1	0	37
8:50 - 9:00	28	3	0	3	0	0	0	0	34
9:00 - 9:10	31	3	0	5	1	0	1	0	41
9:10 - 9:20	12	2	0	3	0	0	1	0	18
9:20 - 9:30	12	5	2	3	0	0	2	1	25
9:30 - 9:40	18	3	1	3	1	0	0	0	26
9:40 - 9:50	25	6	1	4	0	0	3	0	39
9:50 - 10:00	15	4	1	1	1	0	1	0	23
10:00 - 10:10	26	5	2	4	1	0	1	0	39
10:10 - 10:20	12	6	1	3	0	0	0	0	22
10:20 - 10:30	14	5	1	5	0	0	1	0	26
10:30 - 10:40	25	4	3	9	0	0	1	0	42
10:40 - 10:50	27	5	0	4	0	0	3	0	39
10:50 - 11:00	23	4	0	2	0	0	0	0	29
11:00 - 11:10	14	6	1	3	0	0	0	0	24
11:10 - 11:20	27	7	0	7	0	0	1	0	42
11:20 - 11:30	22	2	0	4	1	0	1	0	30
11:30 - 11:40	23	3	1	3	1	0	0	0	31
11:40 - 11:50	23	3	0	4	1	0	0	0	31
11:50 - 12:00	17	5	0	4	0	0	2	0	28
12:00 - 12:10	14	4	0	3	0	0	0	0	21
12:10 - 12:20	24	4	2	7	0	0	0	0	37
12:20 - 12:30	19	1	0	2	0	0	1	0	23
12:30 - 12:40	18	5	1	4	0	0	1	0	29
12:40 - 12:50	28	1	1	5	0	0	0	0	35
12:50 - 13:00	14	6	0	1	0	0	1	0	22
13:00 - 13:10	12	1	0	5	0	0	1	0	19
13:10 - 13:20	11	2	1	2	0	0	0	0	16
13:20 - 13:30	12	1	0	0	0	0	0	0	13
13:30 - 13:40	11	1	1	2	0	0	1	0	16
13:40 - 13:50	10	3	0	1	0	0	1	0	15
13:50 - 14:00	16	2	0	3	1	0	1	0	23
14:00 - 14:10	23	4	1	3	0	0	1	0	32
14:10 - 14:20	1	1	0	0	0	0	0	0	2
14:20 - 14:30	9	1	0	2	0	0	1	0	13
14:30 - 14:40	26	3	2	4	0	0	0	0	35
14:40 - 14:50	26	2	0	6	0	0	1	0	35
14:50 - 15:00	26	4	0	4	1	0	0	0	35
15:00 - 15:10	28	4	0	3	0	0	0	0	35
15:10 - 15:20	28	8	6	3	0	0	0	1	46
15:20 - 15:30	25	1	1	6	0	0	0	0	33
15:30 - 15:40	25	2	1	2	0	0	0	0	30
15:40 - 15:50	27	1	0	3	1	0	0	0	32
15:50 - 16:00	26	1	0	3	0	0	0	0	30
16:00 - 16:10	22	4	1	3	0	0	0	0	30
16:10 - 16:20	22	1	0	2	0	0	2	0	27
16:20 - 16:30	21	0	0	6	2	0	1	0	30
16:30 - 16:40	31	0	1	5	0	0	1	0	38
16:40 - 16:50	13	1	1	5	0	0	5	0	25
16:50 - 17:00	24	3	0	8	0	0	1	0	36
17:00 - 17:10	21	2	1	3	0	0	2	1	30
17:10 - 17:20	24	2	0	3	1	0	2	0	32
17:20 - 17:30	29	3	0	4	1	0	1	0	38
17:30 - 17:40	27	1	1	1	1	0	1	0	32
17:40 - 17:50	16	3	1	1	0	0	0	0	21
17:50 - 18:00	20	1	2	4	2	0	0	0	29
18:00 - 18:10	29	3	1	3	0	0	0	0	36
18:10 - 18:20	31	3	0	2	1	0	1	0	38
18:20 - 18:30	29	2	1	6	1	0	2	0	41
18:30 - 18:40	31	2	1	2	2	0	1	1	40
18:40 - 18:50	33	1	2	2	1	0	1	0	40
18:50 - 19:00	38	2	1	6	1	0	2	0	50
19:00 - 19:10	33	3	0	3	0	0	1	0	40
19:10 - 19:20	33	1	1	3	2	0	0	1	41
19:20 - 19:30	34	1	1	6	3	0	2	1	48
19:30 - 19:40	31	2	0	8	3	0	1	0	45
19:40 - 19:50	30	3	2	6	2	0	0	0	43
19:50 - 20:00	26	1	1	7	1	0	0	0	36
TOTAL	1777	250	60	322	42	0	68	10	2529



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04		CROQUIS
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 2 SUBIDA	
FECHA:	04/06/2017	

CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
7:00 - 7:10	17	2	0	3	1	0	0	1	24
7:10 - 7:20	22	4	1	1	1	0	2	0	31
7:20 - 7:30	22	3	1	4	1	0	1	0	32
7:30 - 7:40	25	6	1	2	0	0	2	0	36
7:40 - 7:50	20	4	0	1	2	0	0	0	27
7:50 - 8:00	16	6	1	3	2	0	2	0	30
8:00 - 8:10	25	6	1	7	1	0	1	0	41
8:10 - 8:20	29	6	1	4	0	0	4	0	44
8:20 - 8:30	16	7	0	6	2	0	1	1	33
8:30 - 8:40	22	2	2	5	1	0	1	0	33
8:40 - 8:50	23	5	1	7	1	0	2	1	40
8:50 - 9:00	21	4	1	5	0	0	1	0	32
9:00 - 9:10	24	3	1	5	1	0	0	0	34
9:10 - 9:20	24	6	2	5	1	0	2	0	40
9:20 - 9:30	26	5	0	5	1	0	1	0	38
9:30 - 9:40	26	10	1	4	1	0	2	0	44
9:40 - 9:50	27	3	1	7	1	0	4	0	43
9:50 - 10:00	24	6	1	7	2	0	3	1	44
10:00 - 10:10	26	9	0	3	0	0	2	0	40
10:10 - 10:20	29	4	2	6	1	0	1	0	43
10:20 - 10:30	28	7	0	5	1	0	1	0	42
10:30 - 10:40	32	11	3	4	0	0	1	0	51
10:40 - 10:50	35	9	0	6	2	0	2	0	54
10:50 - 11:00	30	7	1	5	1	0	4	0	48
11:00 - 11:10	27	10	2	2	2	0	3	0	46
11:10 - 11:20	23	4	3	6	1	0	1	0	38
11:20 - 11:30	20	6	1	10	2	0	1	0	40
11:30 - 11:40	19	5	0	5	1	0	1	0	31
11:40 - 11:50	32	3	1	5	2	0	1	0	44
11:50 - 12:00	27	6	0	3	1	0	1	0	38
12:00 - 12:10	25	8	1	6	1	0	1	0	42
12:10 - 12:20	28	6	0	5	1	0	1	0	41
12:20 - 12:30	26	3	1	4	1	0	0	0	35
12:30 - 12:40	27	7	0	6	0	0	0	0	40
12:40 - 12:50	35	2	2	6	2	0	0	0	47
12:50 - 13:00	22	4	2	4	1	0	0	0	33
13:00 - 13:10	23	6	1	8	1	0	0	0	39
13:10 - 13:20	21	6	0	2	1	0	1	0	31
13:20 - 13:30	17	3	1	7	2	0	1	0	31
13:30 - 13:40	19	4	1	3	1	0	0	0	28
13:40 - 13:50	15	3	0	4	0	0	1	0	23
13:50 - 14:00	21	4	0	3	1	0	0	0	29
14:00 - 14:10	35	4	0	2	1	0	6	0	48
14:10 - 14:20	27	1	0	1	0	0	0	0	29
14:20 - 14:30	32	3	0	3	2	0	0	0	40
14:30 - 14:40	33	2	0	4	1	0	0	0	40
14:40 - 14:50	39	7	4	8	1	0	0	0	59
14:50 - 15:00	40	1	2	4	2	0	0	0	49
15:00 - 15:10	34	10	0	6	1	0	0	0	51
15:10 - 15:20	37	5	3	2	0	0	1	0	48
15:20 - 15:30	44	1	2	2	2	0	0	0	51
15:30 - 15:40	38	5	3	4	1	0	1	0	52
15:40 - 15:50	33	6	0	5	1	0	1	0	46
15:50 - 16:00	39	1	1	4	3	0	0	0	48
16:00 - 16:10	33	2	1	5	3	0	2	0	46
16:10 - 16:20	38	4	0	2	3	0	1	0	48
16:20 - 16:30	31	4	0	5	1	0	0	0	41
16:30 - 16:40	31	6	0	4	1	0	1	0	43
16:40 - 16:50	22	7	2	6	1	0	2	0	40
16:50 - 17:00	22	1	0	0	0	0	0	0	23
17:00 - 17:10	20	3	0	5	1	0	0	0	29
17:10 - 17:20	30	10	0	7	1	0	3	1	52
17:20 - 17:30	35	7	1	2	1	0	1	0	47
17:30 - 17:40	25	1	1	3	1	0	5	2	38
17:40 - 17:50	30	2	0	6	2	0	2	0	42
17:50 - 18:00	35	4	1	5	1	0	0	0	46
18:00 - 18:10	32	2	2	0	0	0	1	0	37
18:10 - 18:20	35	4	0	5	1	0	0	0	45
18:20 - 18:30	40	4	1	1	0	0	2	0	48
18:30 - 18:40	41	2	3	2	1	0	3	1	53
18:40 - 18:50	33	2	1	5	1	0	4	0	46
18:50 - 19:00	41	3	0	1	0	0	1	0	46
19:00 - 19:10	42	5	0	5	2	0	0	0	54
19:10 - 19:20	40	3	1	3	5	0	1	2	55
19:20 - 19:30	41	0	1	5	2	0	2	0	51
19:30 - 19:40	37	2	1	2	1	0	0	0	43
19:40 - 19:50	31	2	0	2	1	0	4	0	40
19:50 - 20:00	34	2	1	1	0	0	0	0	38
TOTAL	2246	353	70	326	90	0	97	10	3192



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04		CROQUIS
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 3 BAJADA	
FECHA:	04/06/2017	

CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	2 EJES	3 EJES	
7:00 - 7:10	8	10	0	0	1	0	2	0	22
7:10 - 7:20	20	7	0	0	0	0	0	0	28
7:20 - 7:30	13	2	0	0	1	0	3	0	20
7:30 - 7:40	12	6	0	0	0	0	0	0	18
7:40 - 7:50	13	6	0	0	0	0	0	0	19
7:50 - 8:00	19	5	1	1	0	0	0	0	27
8:00 - 8:10	16	3	2	0	2	0	0	0	24
8:10 - 8:20	20	1	0	1	0	0	0	0	23
8:20 - 8:30	22	6	0	1	1	0	1	0	31
8:30 - 8:40	16	2	0	0	0	0	0	0	18
8:40 - 8:50	17	3	0	0	2	0	0	0	22
8:50 - 9:00	20	6	0	0	0	0	0	0	26
9:00 - 9:10	12	2	0	1	2	0	0	0	17
9:10 - 9:20	10	4	0	0	1	0	0	0	15
9:20 - 9:30	16	5	3	1	0	0	0	0	26
9:30 - 9:40	15	8	0	0	0	0	0	0	23
9:40 - 9:50	8	6	1	0	1	0	0	0	17
9:50 - 10:00	18	7	1	0	0	0	0	0	26
10:00 - 10:10	12	3	1	2	0	0	0	0	18
10:10 - 10:20	15	3	0	1	3	0	2	0	25
10:20 - 10:30	20	5	0	0	0	0	0	0	25
10:30 - 10:40	11	1	1	1	1	0	0	0	15
10:40 - 10:50	12	4	0	1	2	0	1	0	20
10:50 - 11:00	11	2	1	0	3	1	1	0	20
11:00 - 11:10	21	7	1	2	3	0	1	0	35
11:10 - 11:20	18	8	0	0	0	0	0	0	26
11:20 - 11:30	21	4	2	1	1	1	1	0	31
11:30 - 11:40	17	4	1	1	0	0	0	0	24
11:40 - 11:50	19	3	0	0	0	0	0	0	22
11:50 - 12:00	20	5	1	2	1	0	3	0	32
12:00 - 12:10	18	4	0	0	0	0	0	0	22
12:10 - 12:20	20	10	1	2	1	0	2	0	37
12:20 - 12:30	21	3	1	0	0	0	0	0	25
12:30 - 12:40	14	4	3	4	1	0	1	0	27
12:40 - 12:50	13	9	5	3	1	0	2	0	33
12:50 - 13:00	12	4	0	3	0	0	0	0	20
13:00 - 13:10	12	8	0	0	3	0	0	0	23
13:10 - 13:20	10	3	0	0	1	0	1	0	15
13:20 - 13:30	13	3	1	1	0	0	0	0	18
13:30 - 13:40	12	3	0	0	0	0	1	0	17
13:40 - 13:50	9	5	3	2	3	1	0	0	23
13:50 - 14:00	11	6	4	6	2	1	1	0	31
14:00 - 14:10	20	6	1	2	1	1	3	0	34
14:10 - 14:20	18	3	0	0	0	0	0	0	21
14:20 - 14:30	20	12	0	1	3	0	1	0	38
14:30 - 14:40	21	3	1	0	3	0	0	0	28
14:40 - 14:50	13	5	1	1	0	1	0	0	21
14:50 - 15:00	14	10	2	0	1	0	1	0	28
15:00 - 15:10	13	4	0	0	0	0	0	0	17
15:10 - 15:20	12	4	1	3	1	0	0	0	21
15:20 - 15:30	12	3	0	0	0	0	0	0	16
15:30 - 15:40	10	2	1	3	2	0	2	0	20
15:40 - 15:50	13	2	0	0	2	0	0	0	17
15:50 - 16:00	12	4	0	1	0	0	1	0	18
16:00 - 16:10	14	3	0	0	1	0	0	0	18
16:10 - 16:20	16	3	1	1	0	0	0	0	21
16:20 - 16:30	11	6	0	1	2	0	0	0	20
16:30 - 16:40	12	6	2	1	0	0	1	0	22
16:40 - 16:50	13	4	0	1	1	0	0	0	19
16:50 - 17:00	17	3	1	0	0	0	0	0	22
17:00 - 17:10	19	5	1	1	0	0	0	0	26
17:10 - 17:20	16	3	2	0	2	0	0	0	23
17:20 - 17:30	21	1	0	1	0	0	0	0	23
17:30 - 17:40	20	6	0	1	1	0	1	0	29
17:40 - 17:50	15	2	0	0	2	0	0	0	19
17:50 - 18:00	17	3	0	0	0	0	0	0	21
18:00 - 18:10	20	6	0	0	2	0	0	0	28
18:10 - 18:20	12	2	0	1	0	0	0	0	15
18:20 - 18:30	10	4	0	0	0	0	0	0	14
18:30 - 18:40	16	5	3	0	0	0	0	0	25
18:40 - 18:50	15	2	0	1	1	0	0	0	19
18:50 - 19:00	8	8	1	0	0	0	0	0	17
19:00 - 19:10	18	6	1	0	3	0	2	0	30
19:10 - 19:20	12	7	1	2	0	0	0	0	23
19:20 - 19:30	10	3	0	1	1	0	1	0	16
19:30 - 19:40	15	3	0	0	2	0	1	0	21
19:40 - 19:50	21	5	1	1	3	0	0	0	31
19:50 - 20:00	12	1	0	0	1	1	3	0	18
TOTAL	1175	355	55	61	72	7	40	0	1785



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04		CROQUIS
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA	
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro	
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba	
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 3 SUBIDA	
FECHA:	04/06/2017	

CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
7:00 - 7:10	16	8	1	3	0	0	1	0	29
7:10 - 7:20	17	3	0	1	1	0	0	0	22
7:20 - 7:30	12	4	1	3	0	0	2	0	22
7:30 - 7:40	19	6	0	2	1	0	1	0	29
7:40 - 7:50	16	5	2	1	0	0	3	0	27
7:50 - 8:00	16	4	0	3	0	0	1	0	24
8:00 - 8:10	12	3	1	2	0	0	1	0	19
8:10 - 8:20	17	5	1	1	1	0	1	0	26
8:20 - 8:30	19	6	1	8	0	0	2	0	36
8:30 - 8:40	17	8	0	6	1	0	2	0	34
8:40 - 8:50	14	3	0	1	1	0	0	0	19
8:50 - 9:00	19	4	1	1	0	0	1	0	26
9:00 - 9:10	12	5	0	2	0	0	0	0	19
9:10 - 9:20	11	3	2	4	0	0	0	0	20
9:20 - 9:30	13	5	0	2	1	0	2	0	23
9:30 - 9:40	15	6	2	5	0	0	1	0	29
9:40 - 9:50	11	8	2	1	0	0	1	0	23
9:50 - 10:00	18	6	1	3	1	0	0	0	29
10:00 - 10:10	14	8	0	5	0	0	0	0	27
10:10 - 10:20	14	7	1	1	1	0	2	0	26
10:20 - 10:30	12	4	2	0	0	0	0	0	18
10:30 - 10:40	13	5	1	5	0	0	1	0	25
10:40 - 10:50	11	8	0	2	0	0	0	0	21
10:50 - 11:00	9	7	2	4	0	0	1	0	23
11:00 - 11:10	13	6	1	5	0	0	0	0	25
11:10 - 11:20	13	3	1	2	1	0	0	0	20
11:20 - 11:30	11	4	0	3	0	0	0	0	18
11:30 - 11:40	15	4	1	4	1	0	0	0	25
11:40 - 11:50	17	6	0	2	0	0	0	0	25
11:50 - 12:00	15	4	1	3	0	0	1	0	24
12:00 - 12:10	9	2	0	1	0	0	1	0	13
12:10 - 12:20	8	15	1	2	1	0	0	0	27
12:20 - 12:30	16	7	1	4	0	0	0	0	28
12:30 - 12:40	11	7	0	4	0	0	0	0	22
12:40 - 12:50	17	8	3	3	0	0	0	0	31
12:50 - 13:00	14	8	0	5	1	0	2	0	30
13:00 - 13:10	8	5	0	2	0	0	0	0	15
13:10 - 13:20	16	5	1	1	0	0	1	0	24
13:20 - 13:30	12	0	0	0	1	0	0	0	13
13:30 - 13:40	16	5	1	0	0	0	1	0	23
13:40 - 13:50	6	11	2	3	0	0	1	0	23
13:50 - 14:00	9	10	0	3	0	0	2	0	24
14:00 - 14:10	3	8	0	3	1	0	2	0	17
14:10 - 14:20	3	3	0	1	0	0	2	0	9
14:20 - 14:30	4	5	0	1	0	0	1	0	11
14:30 - 14:40	10	7	0	3	0	0	0	0	20
14:40 - 14:50	13	5	0	4	0	0	2	0	24
14:50 - 15:00	14	12	1	2	0	0	0	0	29
15:00 - 15:10	18	8	3	2	0	0	0	0	31
15:10 - 15:20	16	7	0	1	0	0	0	0	24
15:20 - 15:30	7	9	0	2	0	0	0	0	18
15:30 - 15:40	14	12	0	2	0	0	0	0	28
15:40 - 15:50	7	8	0	1	0	0	0	0	16
15:50 - 16:00	5	5	2	4	0	0	0	0	16
16:00 - 16:10	11	4	0	0	1	0	0	0	16
16:10 - 16:20	11	8	1	1	1	0	0	0	22
16:20 - 16:30	8	7	0	3	0	0	1	0	19
16:30 - 16:40	6	4	1	1	0	0	0	0	12
16:40 - 16:50	10	5	0	2	0	0	2	0	19
16:50 - 17:00	12	7	0	2	0	0	1	0	22
17:00 - 17:10	10	4	0	5	1	0	1	10	31
17:10 - 17:20	12	11	0	6	3	0	1	0	33
17:20 - 17:30	13	5	0	1	0	0	0	0	19
17:30 - 17:40	6	6	1	1	0	0	1	0	15
17:40 - 17:50	14	10	1	1	0	1	0	0	27
17:50 - 18:00	11	6	0	5	0	0	0	0	22
18:00 - 18:10	13	8	0	2	1	0	1	0	25
18:10 - 18:20	16	8	1	5	2	0	1	0	33
18:20 - 18:30	12	5	0	5	0	0	1	0	23
18:30 - 18:40	13	7	1	4	2	0	2	1	30
18:40 - 18:50	13	4	0	5	0	0	1	0	23
18:50 - 19:00	12	9	3	3	1	0	3	0	31
19:00 - 19:10	15	6	0	5	1	0	1	0	28
19:10 - 19:20	13	8	1	2	2	0	0	2	28
19:20 - 19:30	12	7	1	3	3	0	1	0	27
19:30 - 19:40	16	5	1	3	1	0	3	0	29
19:40 - 19:50	16	9	1	5	1	0	1	0	33
19:50 - 20:00	17	4	0	5	5	0	0	0	31
TOTAL	979	487	53	214	39	1	61	13	1847



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 BAJADA								
FECHA:	08/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	32	7	1	6	1	0	1	0	48
7:10 - 7:20	31	8	2	6	0	0	0	0	47
7:20 - 7:30	32	4	2	4	1	0	2	1	46
7:30 - 7:40	32	8	1	3	1	0	1	0	46
7:40 - 7:50	33	6	1	7	0	0	0	0	47
7:50 - 8:00	31	8	2	5	2	0	1	0	49
8:00 - 8:10	26	3	1	0	0	0	0	0	30
8:10 - 8:20	27	5	1	4	0	0	2	0	39
8:20 - 8:30	33	6	1	3	0	0	2	0	45
8:30 - 8:40	27	7	1	5	1	0	2	1	44
8:40 - 8:50	31	10	1	5	0	0	0	0	47
8:50 - 9:00	33	4	0	1	0	0	0	0	38
TARDE									
12:00 - 12:10	16	10	3	4	0	0	1	0	34
12:10 - 12:20	30	6	5	2	0	0	0	0	43
12:20 - 12:30	29	3	1	1	0	0	2	1	37
12:30 - 12:40	23	9	1	2	0	0	1	0	36
12:40 - 12:50	30	7	5	2	0	0	3	0	47
12:50 - 13:00	31	8	0	0	0	0	0	1	40
13:00 - 13:10	19	7	5	3	1	0	3	1	39
13:10 - 13:20	17	7	1	2	0	0	1	0	28
13:20 - 13:30	21	8	5	1	0	0	2	1	38
13:30 - 13:40	23	7	3	1	1	0	1	0	36
13:40 - 13:50	24	2	2	1	0	0	1	0	30
13:50 - 14:00	24	6	0	0	1	0	1	0	32
NOCHE									
18:00 - 18:10	30	4	5	1	0	0	0	0	40
18:10 - 18:20	20	6	1	0	0	0	2	1	30
18:20 - 18:30	29	7	1	0	0	0	3	0	40
18:30 - 18:40	31	4	1	2	0	0	0	1	39
18:40 - 18:50	21	5	0	0	0	0	0	1	27
18:50 - 19:00	35	1	1	0	0	0	2	0	39
19:00 - 19:10	30	7	1	0	0	0	0	0	38
19:10 - 19:20	35	2	2	1	0	0	2	0	42
19:20 - 19:30	32	5	1	0	1	0	1	1	41
19:30 - 19:40	20	3	1	1	0	0	1	0	26
19:40 - 19:50	26	4	2	2	0	0	0	0	34
19:50 - 20:00	22	5	1	0	0	0	0	1	29
TOTAL	986	209	62	75	10	0	38	11	1391



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 SUBIDA								
FECHA:	08/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	21	1	1	1	0	0	1	0	25
7:10 - 7:20	25	5	0	6	1	0	1	0	38
7:20 - 7:30	24	2	1	3	1	0	1	1	33
7:30 - 7:40	22	4	0	8	1	0	2	0	37
7:40 - 7:50	22	0	2	3	0	0	0	0	27
7:50 - 8:00	30	8	2	5	1	0	1	0	47
8:00 - 8:10	25	6	1	7	1	0	1	0	41
8:10 - 8:20	21	2	0	0	1	0	2	0	26
8:20 - 8:30	18	5	2	6	1	0	1	0	33
8:30 - 8:40	26	6	3	1	0	0	0	1	37
8:40 - 8:50	32	2	2	6	1	0	3	0	46
8:50 - 9:00	31	6	3	2	1	0	1	0	44
TARDE									
12:00 - 12:10	28	5	3	3	1	0	1	0	41
12:10 - 12:20	28	10	0	1	0	0	1	0	40
12:20 - 12:30	30	6	1	1	2	0	0	0	40
12:30 - 12:40	35	10	1	2	1	0	1	0	50
12:40 - 12:50	34	7	2	2	0	0	0	0	45
12:50 - 13:00	28	7	4	1	0	0	2	0	42
13:00 - 13:10	35	8	3	3	3	0	2	0	54
13:10 - 13:20	40	5	3	1	1	0	1	0	51
13:20 - 13:30	24	5	2	2	2	0	1	1	37
13:30 - 13:40	22	6	2	1	3	0	3	0	37
13:40 - 13:50	25	7	5	1	1	0	1	0	40
13:50 - 14:00	30	7	1	2	1	0	1	0	42
NOCHE									
18:00 - 18:10	34	4	1	2	1	0	1	0	43
18:10 - 18:20	35	6	1	0	0	0	1	0	43
18:20 - 18:30	33	3	1	1	1	0	0	0	39
18:30 - 18:40	37	2	0	2	2	0	1	0	44
18:40 - 18:50	35	1	2	0	1	0	0	0	39
18:50 - 19:00	35	6	1	3	2	0	0	0	47
19:00 - 19:10	36	7	0	5	0	0	1	0	49
19:10 - 19:20	30	4	2	1	1	0	1	0	39
19:20 - 19:30	38	2	3	1	0	0	0	0	44
19:30 - 19:40	40	5	1	1	1	0	1	0	49
19:40 - 19:50	35	3	1	2	1	0	2	0	44
19:50 - 20:00	37	4	2	1	0	0	2	0	46
TOTAL	1081	177	59	87	34	0	38	3	1479



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 2 BAJADA								
FECHA:	08/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	22	7	2	8	1	0	2	1	43
7:10 - 7:20	26	7	1	6	0	0	1	0	41
7:20 - 7:30	26	6	1	7	2	0	1	0	43
7:30 - 7:40	27	8	2	8	1	0	2	1	49
7:40 - 7:50	23	8	1	7	1	0	1	0	41
7:50 - 8:00	26	4	1	5	1	0	0	0	37
8:00 - 8:10	22	4	1	6	0	0	0	1	34
8:10 - 8:20	22	5	0	8	0	0	2	0	37
8:20 - 8:30	26	5	0	7	1	0	1	0	40
8:30 - 8:40	28	6	0	7	1	0	2	1	45
8:40 - 8:50	28	1	1	6	0	0	1	0	37
8:50 - 9:00	28	3	0	3	0	0	0	0	34
MAÑANA									
12:00 - 12:10	14	4	0	3	0	0	0	0	21
12:10 - 12:20	24	4	2	7	0	0	0	0	37
12:20 - 12:30	19	1	0	2	0	0	1	0	23
12:30 - 12:40	18	5	1	4	0	0	1	0	29
12:40 - 12:50	28	1	1	5	0	0	0	0	35
12:50 - 13:00	14	6	0	1	0	0	1	0	22
13:00 - 13:10	12	1	0	5	0	0	1	0	19
13:10 - 13:20	11	2	1	2	0	0	0	0	16
13:20 - 13:30	12	1	0	0	0	0	0	0	13
13:30 - 13:40	11	1	1	2	0	0	1	0	16
13:40 - 13:50	10	3	0	1	0	0	1	0	15
13:50 - 14:00	16	2	0	3	1	0	1	0	23
NOCHE									
18:00 - 18:10	29	3	1	3	0	0	0	0	36
18:10 - 18:20	31	3	0	2	1	0	1	0	38
18:20 - 18:30	29	2	1	6	1	0	2	0	41
18:30 - 18:40	31	2	1	2	2	0	1	1	40
18:40 - 18:50	33	1	2	2	1	0	1	0	40
18:50 - 19:00	38	2	1	6	1	0	2	0	50
19:00 - 19:10	33	3	0	3	0	0	1	0	40
19:10 - 19:20	33	1	1	3	2	0	0	1	41
19:20 - 19:30	34	1	1	6	3	0	2	1	48
19:30 - 19:40	31	2	0	8	3	0	1	0	45
19:40 - 19:50	30	3	2	6	2	0	0	0	43
19:50 - 20:00	26	1	1	7	1	0	0	0	36
TOTAL	871	119	27	167	26	0	31	7	1248



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 2 SUBIDA								
FECHA:	08/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	17	2	0	3	1	0	0	1	24
7:10 - 7:20	22	4	1	1	1	0	2	0	31
7:20 - 7:30	22	3	1	4	1	0	1	0	32
7:30 - 7:40	25	6	1	2	0	0	2	0	36
7:40 - 7:50	20	4	0	1	2	0	0	0	27
7:50 - 8:00	16	6	1	3	2	0	2	0	30
8:00 - 8:10	25	6	1	7	1	0	1	0	41
8:10 - 8:20	29	6	1	4	0	0	4	0	44
8:20 - 8:30	16	7	0	6	2	0	1	1	33
8:30 - 8:40	22	2	2	5	1	0	1	0	33
8:40 - 8:50	23	5	1	7	1	0	2	1	40
8:50 - 9:00	21	4	1	5	0	0	1	0	32
TARDE									
12:00 - 12:10	25	8	1	6	1	0	1	0	42
12:10 - 12:20	28	6	0	5	1	0	1	0	41
12:20 - 12:30	26	3	1	4	1	0	0	0	35
12:30 - 12:40	27	7	0	6	0	0	0	0	40
12:40 - 12:50	35	2	2	6	2	0	0	0	47
12:50 - 13:00	22	4	2	4	1	0	0	0	33
13:00 - 13:10	23	6	1	8	1	0	0	0	39
13:10 - 13:20	21	6	0	2	1	0	1	0	31
13:20 - 13:30	17	3	1	7	2	0	1	0	31
13:30 - 13:40	19	4	1	3	1	0	0	0	28
13:40 - 13:50	15	3	0	4	0	0	1	0	23
13:50 - 14:00	21	4	0	3	1	0	0	0	29
NOCHE									
18:00 - 18:10	32	2	2	0	0	0	1	0	37
18:10 - 18:20	35	4	0	5	1	0	0	0	45
18:20 - 18:30	40	4	1	1	0	0	2	0	48
18:30 - 18:40	41	2	3	2	1	0	3	1	53
18:40 - 18:50	33	2	1	5	1	0	4	0	46
18:50 - 19:00	41	3	0	1	0	0	1	0	46
19:00 - 19:10	42	5	0	5	2	0	0	0	54
19:10 - 19:20	40	3	1	3	5	0	1	2	55
19:20 - 19:30	41	0	1	5	2	0	2	0	51
19:30 - 19:40	37	2	1	2	1	0	0	0	43
19:40 - 19:50	31	2	0	2	1	0	4	0	40
19:50 - 20:00	34	2	1	1	0	0	0	0	38
TOTAL	984	142	30	138	38	0	40	6	1378

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA					CROQUIS			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 3 BAJADA								
FECHA:	08/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	8	10	0	0	1	0	2	0	22
7:10 - 7:20	20	7	0	0	0	0	0	0	28
7:20 - 7:30	13	2	0	0	1	0	3	0	20
7:30 - 7:40	12	6	0	0	0	0	0	0	18
7:40 - 7:50	13	6	0	0	0	0	0	0	19
7:50 - 8:00	19	5	1	1	0	0	0	0	27
8:00 - 8:10	16	3	2	0	2	0	0	0	24
8:10 - 8:20	20	1	0	1	0	0	0	0	23
8:20 - 8:30	22	6	0	1	1	0	1	0	31
8:30 - 8:40	16	2	0	0	0	0	0	0	18
8:40 - 8:50	17	3	0	0	2	0	0	0	22
8:50 - 9:00	20	6	0	0	0	0	0	0	26
TARDE									
12:00 - 12:10	18	4	0	0	0	0	0	0	22
12:10 - 12:20	20	10	1	2	1	0	2	0	37
12:20 - 12:30	21	3	1	0	0	0	0	0	25
12:30 - 12:40	14	4	3	4	1	0	1	0	27
12:40 - 12:50	13	9	5	3	1	0	2	0	33
12:50 - 13:00	12	4	0	3	0	0	0	0	20
13:00 - 13:10	12	8	0	0	3	0	0	0	23
13:10 - 13:20	10	3	0	0	1	0	1	0	15
13:20 - 13:30	13	3	1	1	0	0	0	0	18
13:30 - 13:40	12	3	0	0	0	0	1	0	17
13:40 - 13:50	9	5	3	2	3	1	0	0	23
13:50 - 14:00	11	6	4	6	2	1	1	0	31
NOCHE									
18:00 - 18:10	20	6	0	0	2	0	0	0	28
18:10 - 18:20	12	2	0	1	0	0	0	0	15
18:20 - 18:30	10	4	0	0	0	0	0	0	14
18:30 - 18:40	16	5	3	0	0	0	0	0	25
18:40 - 18:50	15	2	0	1	1	0	0	0	19
18:50 - 19:00	8	8	1	0	0	0	0	0	17
19:00 - 19:10	18	6	1	0	3	0	2	0	30
19:10 - 19:20	12	7	1	2	0	0	0	0	23
19:20 - 19:30	10	3	0	1	1	0	1	0	16
19:30 - 19:40	15	3	0	0	2	0	1	0	21
19:40 - 19:50	21	5	1	1	3	0	0	0	31
19:50 - 20:00	12	1	0	0	1	1	3	0	18
TOTAL	530	171	28	30	32	3	21	0	826



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 3 SUBIDA								
FECHA:	08/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	16	8	1	3	0	0	1	0	29
7:10 - 7:20	17	3	0	1	1	0	0	0	22
7:20 - 7:30	12	4	1	3	0	0	2	0	22
7:30 - 7:40	19	6	0	2	1	0	1	0	29
7:40 - 7:50	16	5	2	1	0	0	3	0	27
7:50 - 8:00	16	4	0	3	0	0	1	0	24
8:00 - 8:10	12	3	1	2	0	0	1	0	19
8:10 - 8:20	17	5	1	1	1	0	1	0	26
8:20 - 8:30	19	6	1	8	0	0	2	0	36
8:30 - 8:40	17	8	0	6	1	0	2	0	34
8:40 - 8:50	14	3	0	1	1	0	0	0	19
8:50 - 9:00	19	4	1	1	0	0	1	0	26
TARDE									
12:00 - 12:10	9	2	0	1	0	0	1	0	13
12:10 - 12:20	8	15	1	2	1	0	0	0	27
12:20 - 12:30	16	7	1	4	0	0	0	0	28
12:30 - 12:40	11	7	0	4	0	0	0	0	22
12:40 - 12:50	17	8	3	3	0	0	0	0	31
12:50 - 13:00	14	8	0	5	1	0	2	0	30
13:00 - 13:10	8	5	0	2	0	0	0	0	15
13:10 - 13:20	16	5	1	1	0	0	1	0	24
13:20 - 13:30	12	0	0	0	1	0	0	0	13
13:30 - 13:40	16	5	1	0	0	0	1	0	23
13:40 - 13:50	6	11	2	3	0	0	1	0	23
13:50 - 14:00	9	10	0	3	0	0	2	0	24
NOCHE									
18:00 - 18:10	13	8	0	2	1	0	1	0	25
18:10 - 18:20	16	8	1	5	2	0	1	0	33
18:20 - 18:30	12	5	0	5	0	0	1	0	23
18:30 - 18:40	13	7	1	4	2	0	2	1	30
18:40 - 18:50	13	4	0	5	0	0	1	0	23
18:50 - 19:00	12	9	3	3	1	0	3	0	31
19:00 - 19:10	15	6	0	5	1	0	1	0	28
19:10 - 19:20	13	8	1	2	2	0	0	2	28
19:20 - 19:30	12	7	1	3	3	0	1	0	27
19:30 - 19:40	16	5	1	3	1	0	3	0	29
19:40 - 19:50	16	9	1	5	1	0	1	0	33
19:50 - 20:00	17	4	0	5	5	0	0	0	31
TOTAL	504	222	26	107	27	0	38	3	927

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA					CROQUIS			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 BAJADA								
FECHA:	09/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	12	8	3	1	0	0	3	0	27
7:10 - 7:20	16	9	1	1	0	1	1	0	29
7:20 - 7:30	16	5	1	1	0	0	2	0	25
7:30 - 7:40	13	6	1	1	0	1	2	1	25
7:40 - 7:50	17	4	1	2	0	0	0	0	24
7:50 - 8:00	21	6	2	1	0	0	1	0	31
8:00 - 8:10	18	8	1	0	0	0	2	0	29
8:10 - 8:20	10	5	3	3	0	0	0	0	21
8:20 - 8:30	19	6	4	0	0	0	1	0	30
8:30 - 8:40	10	2	0	0	0	0	3	0	15
8:40 - 8:50	16	6	1	0	0	0	1	0	24
8:50 - 9:00	14	2	2	4	0	0	0	0	22
TARDE									
12:00 - 12:10	16	1	4	1	1	0	3	0	26
12:10 - 12:20	13	1	1	0	0	0	0	0	15
12:20 - 12:30	11	1	0	0	0	0	2	0	14
12:30 - 12:40	20	3	1	0	0	0	1	0	25
12:40 - 12:50	15	6	0	0	0	0	0	0	21
12:50 - 13:00	8	4	2	2	2	0	0	0	18
13:00 - 13:10	14	3	0	1	1	0	0	0	19
13:10 - 13:20	25	5	2	1	1	0	1	0	35
13:20 - 13:30	18	3	3	0	0	0	0	0	24
13:30 - 13:40	22	9	1	0	0	0	2	0	34
13:40 - 13:50	22	5	0	1	1	0	1	0	30
13:50 - 14:00	5	0	0	0	0	0	0	0	5
NOCHE									
18:00 - 18:10	9	8	2	0	0	0	1	1	21
18:10 - 18:20	16	7	0	2	2	0	1	0	28
18:20 - 18:30	10	3	0	1	1	0	0	0	15
18:30 - 18:40	3	1	0	0	0	0	1	0	5
18:40 - 18:50	6	1	0	0	0	0	1	0	8
18:50 - 19:00	7	0	2	2	2	0	0	0	13
19:00 - 19:10	7	8	0	3	3	0	0	0	21
19:10 - 19:20	10	4	1	2	2	0	1	0	20
19:20 - 19:30	2	3	0	1	1	0	0	0	7
19:30 - 19:40	7	3	1	0	0	0	2	0	13
19:40 - 19:50	5	3	1	0	0	0	0	0	9
19:50 - 20:00	5	2	1	1	1	0	1	1	12
TOTAL	458	151	42	32	18	2	34	3	740

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 SUBIDA								
FECHA:	09/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	17	15	1	0	0	1	2	0	36
7:10 - 7:20	15	13	1	1	1	0	3	1	35
7:20 - 7:30	20	10	1	1	1	1	1	0	35
7:30 - 7:40	16	12	1	2	0	0	2	0	33
7:40 - 7:50	12	12	2	1	0	1	1	0	29
7:50 - 8:00	12	7	1	3	0	0	1	1	25
8:00 - 8:10	11	6	0	3	1	0	2	0	23
8:10 - 8:20	18	10	2	1	1	0	3	0	35
8:20 - 8:30	13	11	0	2	0	0	1	0	27
8:30 - 8:40	17	16	2	1	1	0	2	1	40
8:40 - 8:50	10	13	3	4	1	0	1	0	32
8:50 - 9:00	14	17	1	1	1	0	1	0	35
TARDE									
12:00 - 12:10	12	11	0	0	1	0	2	0	26
12:10 - 12:20	15	7	0	0	1	0	0	0	23
12:20 - 12:30	15	10	0	0	1	0	2	2	30
12:30 - 12:40	6	8	2	0	2	0	1	1	20
12:40 - 12:50	11	3	0	1	0	0	0	1	16
12:50 - 13:00	12	5	1	4	1	0	2	0	25
13:00 - 13:10	11	9	0	0	1	0	3	1	25
13:10 - 13:20	17	6	2	0	1	0	1	0	27
13:20 - 13:30	11	6	2	1	2	0	1	0	23
13:30 - 13:40	15	6	5	3	0	0	2	0	31
13:40 - 13:50	13	7	0	0	1	0	2	1	24
13:50 - 14:00	9	3	2	0	1	0	1	0	16
NOCHE									
18:00 - 18:10	8	4	1	1	2	0	2	0	18
18:10 - 18:20	19	9	2	1	0	0	0	0	31
18:20 - 18:30	7	1	0	0	0	0	2	0	10
18:30 - 18:40	4	3	0	0	0	0	0	0	7
18:40 - 18:50	5	3	0	0	0	0	1	0	9
18:50 - 19:00	6	5	0	0	0	0	0	0	11
19:00 - 19:10	7	2	1	0	1	0	0	0	11
19:10 - 19:20	5	1	0	0	0	0	0	0	6
19:20 - 19:30	9	5	0	1	0	0	0	0	15
19:30 - 19:40	6	0	1	0	0	0	2	0	9
19:40 - 19:50	3	2	0	0	0	0	0	0	5
19:50 - 20:00	4	3	0	1	1	0	3	1	13
TOTAL	405	261	34	33	23	3	47	10	816

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 2 BAJADA								
FECHA:	09/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	21	5	2	4	0	0	3	0	35
7:10 - 7:20	12	5	2	3	0	0	1	0	23
7:20 - 7:30	21	4	1	2	0	0	2	0	30
7:30 - 7:40	18	3	2	2	0	0	1	0	26
7:40 - 7:50	19	5	2	1	1	1	1	0	30
7:50 - 8:00	15	3	0	1	0	0	2	0	21
8:00 - 8:10	10	5	1	1	0	0	4	0	21
8:10 - 8:20	10	6	1	4	0	0	1	1	23
8:20 - 8:30	13	6	1	2	0	0	0	0	22
8:30 - 8:40	10	4	1	5	1	1	3	0	25
8:40 - 8:50	10	3	0	2	2	2	2	0	21
8:50 - 9:00	11	2	2	2	0	0	2	0	19
TARDE									
12:00 - 12:10	5	3	0	2	0	0	0	0	10
12:10 - 12:20	11	3	0	2	0	0	3	0	19
12:20 - 12:30	9	1	2	3	0	0	2	0	17
12:30 - 12:40	5	4	1	3	0	0	1	0	14
12:40 - 12:50	7	1	0	0	0	0	0	0	8
12:50 - 13:00	1	3	0	3	0	0	0	0	7
13:00 - 13:10	11	1	0	1	0	0	1	0	14
13:10 - 13:20	2	2	0	2	0	0	0	0	6
13:20 - 13:30	7	5	1	2	0	0	0	0	15
13:30 - 13:40	5	2	2	2	0	0	2	2	15
13:40 - 13:50	3	2	2	1	2	3	0	0	13
13:50 - 14:00	9	2	2	0	0	0	2	2	17
NOCHE									
18:00 - 18:10	7	3	0	0	0	1	0	0	11
18:10 - 18:20	4	3	0	0	0	0	0	0	7
18:20 - 18:30	7	2	0	0	0	0	1	0	10
18:30 - 18:40	7	1	0	1	1	0	0	0	10
18:40 - 18:50	5	1	0	0	0	0	0	0	6
18:50 - 19:00	3	0	1	2	2	0	0	0	8
19:00 - 19:10	2	2	0	0	0	0	0	0	4
19:10 - 19:20	5	1	0	0	0	0	0	0	6
19:20 - 19:30	5	0	0	1	1	2	1	0	10
19:30 - 19:40	6	1	1	0	0	0	2	0	10
19:40 - 19:50	3	2	0	0	0	0	0	0	5
19:50 - 20:00	5	3	1	0	0	2	1	0	12
TOTAL	304	99	28	54	10	12	38	5	550



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 2 SUBIDA								
FECHA:	09/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	28	10	2	5	6	0	4	1	56
7:10 - 7:20	18	6	1	3	1	0	1	0	30
7:20 - 7:30	30	6	1	5	2	0	5	0	49
7:30 - 7:40	20	11	1	3	2	0	2	1	40
7:40 - 7:50	18	18	2	4	1	0	4	0	47
7:50 - 8:00	17	7	2	3	2	0	2	0	33
8:00 - 8:10	18	13	0	4	7	0	2	0	44
8:10 - 8:20	20	11	3	2	4	0	2	2	44
8:20 - 8:30	17	9	0	3	2	1	1	0	33
8:30 - 8:40	16	16	7	6	3	0	4	0	52
8:40 - 8:50	13	12	3	6	2	0	1	0	37
8:50 - 9:00	17	9	3	2	3	0	3	0	37
TARDE									
12:00 - 12:10	12	7	1	2	1	0	0	0	23
12:10 - 12:20	13	2	0	2	1	0	2	0	20
12:20 - 12:30	17	6	0	2	0	0	2	0	27
12:30 - 12:40	7	6	1	2	1	0	0	2	19
12:40 - 12:50	12	4	2	3	1	0	2	2	26
12:50 - 13:00	14	2	0	6	4	0	5	0	31
13:00 - 13:10	15	9	0	2	1	0	0	2	29
13:10 - 13:20	12	3	1	1	4	0	0	0	21
13:20 - 13:30	11	10	1	2	2	0	1	0	27
13:30 - 13:40	10	3	2	3	1	0	2	0	21
13:40 - 13:50	16	1	0	1	0	0	3	0	21
13:50 - 14:00	12	4	1	3	2	0	1	0	23
NOCHE									
18:00 - 18:10	7	1	0	0	1	0	1	0	10
18:10 - 18:20	7	2	0	1	0	0	0	0	10
18:20 - 18:30	3	3	0	0	0	0	1	0	7
18:30 - 18:40	2	2	0	0	0	0	0	0	4
18:40 - 18:50	3	4	2	0	0	0	0	0	9
18:50 - 19:00	3	2	1	0	0	0	0	0	6
19:00 - 19:10	4	2	0	1	0	0	0	0	7
19:10 - 19:20	4	0	0	0	0	0	2	0	6
19:20 - 19:30	9	5	1	0	0	0	0	0	15
19:30 - 19:40	2	0	0	0	0	0	0	0	2
19:40 - 19:50	2	0	0	0	0	0	0	0	2
19:50 - 20:00	2	4	1	0	0	0	2	0	9
TOTAL	431	210	39	77	54	1	55	10	877

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA					CROQUIS			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 3 BAJADA								
FECHA:	09/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	6	2	1	1	3	0	1	0	15
7:10 - 7:20	7	4	0	2	2	0	0	0	16
7:20 - 7:30	8	2	2	2	2	1	2	0	19
7:30 - 7:40	3	1	0	1	0	1	1	0	7
7:40 - 7:50	4	1	0	3	3	0	1	0	12
7:50 - 8:00	7	1	1	1	1	0	0	0	12
8:00 - 8:10	6	2	1	1	0	0	1	0	11
8:10 - 8:20	6	0	1	1	1	0	0	0	9
8:20 - 8:30	4	3	2	0	1	0	3	0	14
8:30 - 8:40	5	5	1	1	1	0	0	0	13
8:40 - 8:50	6	4	0	0	1	0	1	0	12
8:50 - 9:00	3	2	1	2	0	0	0	0	8
TARDE									
12:00 - 12:10	1	4	0	0	0	0	0	0	5
12:10 - 12:20	3	3	0	0	0	0	2	0	8
12:20 - 12:30	5	6	0	0	0	2	1	0	15
12:30 - 12:40	6	3	0	0	2	1	0	0	12
12:40 - 12:50	2	2	1	1	2	0	1	0	9
12:50 - 13:00	0	3	1	1	2	3	2	0	12
13:00 - 13:10	8	5	0	0	0	1	0	0	15
13:10 - 13:20	3	3	0	0	1	3	1	1	12
13:20 - 13:30	4	3	1	1	0	0	2	0	11
13:30 - 13:40	6	5	0	0	0	2	0	0	14
13:40 - 13:50	6	0	1	1	1	1	2	0	12
13:50 - 14:00	3	2	1	1	0	0	1	0	8
NOCHE									
18:00 - 18:10	2	2	0	0	0	0	0	0	4
18:10 - 18:20	1	0	0	0	0	0	0	0	2
18:20 - 18:30	1	2	1	0	0	0	0	0	4
18:30 - 18:40	0	1	0	0	0	0	0	1	2
18:40 - 18:50	1	0	0	0	0	0	0	0	2
18:50 - 19:00	3	0	1	0	0	0	0	0	5
19:00 - 19:10	1	1	0	0	0	0	0	0	2
19:10 - 19:20	0	1	0	0	0	0	0	0	1
19:20 - 19:30	1	2	0	0	0	0	0	0	4
19:30 - 19:40	1	1	0	0	0	0	0	0	3
19:40 - 19:50	3	2	1	0	0	0	0	1	7
19:50 - 20:00	1	2	2	0	0	0	0	1	7
TOTAL	127	80	20	20	23	15	22	4	324



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA					CROQUIS			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 3 SUBIDA								
FECHA:	09/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	6	1	0	0	0	0	0	0	7
7:10 - 7:20	6	0	0	1	0	0	0	0	7
7:20 - 7:30	3	2	0	0	0	0	0	0	5
7:30 - 7:40	5	2	0	0	0	0	0	0	7
7:40 - 7:50	3	0	1	1	0	0	1	0	6
7:50 - 8:00	1	1	0	0	0	0	1	0	3
8:00 - 8:10	3	0	2	1	0	0	0	0	6
8:10 - 8:20	1	1	0	0	0	0	0	0	2
8:20 - 8:30	2	1	0	0	0	0	0	0	3
8:30 - 8:40	2	2	0	0	0	0	0	0	4
8:40 - 8:50	5	3	0	0	0	0	0	0	8
8:50 - 9:00	3	0	0	0	0	0	0	0	3
TARDE									
12:00 - 12:10	3	0	0	1	0	0	0	0	4
12:10 - 12:20	0	1	0	1	0	0	0	0	2
12:20 - 12:30	2	1	0	0	0	0	0	0	3
12:30 - 12:40	4	2	0	0	0	0	0	0	6
12:40 - 12:50	0	1	1	1	0	0	0	0	3
12:50 - 13:00	5	1	0	0	0	0	0	0	6
13:00 - 13:10	2	0	1	0	0	0	0	0	3
13:10 - 13:20	3	1	0	0	0	0	0	0	4
13:20 - 13:30	1	0	0	1	0	0	0	0	2
13:30 - 13:40	1	2	0	0	0	0	1	0	4
13:40 - 13:50	4	0	0	0	0	0	0	0	4
13:50 - 14:00	4	3	0	0	0	0	0	0	7
NOCHE									
18:00 - 18:10	0	2	0	0	0	0	0	0	2
18:10 - 18:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:20 - 18:30	0	1	0	0	0	0	1	0	2
18:30 - 18:40	3	0	0	0	0	0	0	0	3
18:40 - 18:50	3	0	0	0	0	0	0	0	3
18:50 - 19:00	3	0	0	0	0	0	0	0	3
19:00 - 19:10	1	0	0	0	0	0	1	0	2
19:10 - 19:20	1	0	0	0	0	0	0	0	1
19:20 - 19:30	1	1	0	0	0	0	0	0	2
19:30 - 19:40	0	1	0	0	0	0	0	0	1
19:40 - 19:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:50 - 20:00	3	1	0	0	0	0	1	0	5
TOTAL	84	31	5	7	0	0	6	0	133

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 BAJADA								
FECHA:	10/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	7	2	1	0	0	0	0	0	10
7:10 - 7:20	11	7	0	0	0	0	2	1	21
7:20 - 7:30	11	8	0	0	0	0	1	0	20
7:30 - 7:40	19	4	2	3	0	0	0	0	28
7:40 - 7:50	17	10	1	0	0	0	2	4	34
7:50 - 8:00	20	15	1	0	0	0	1	0	37
8:00 - 8:10	18	4	1	1	1	0	0	0	25
8:10 - 8:20	23	11	3	2	0	0	3	0	42
8:20 - 8:30	20	9	2	1	0	0	1	0	33
8:30 - 8:40	38	7	1	1	0	0	3	0	50
8:40 - 8:50	27	9	1	2	0	0	2	0	41
8:50 - 9:00	35	9	1	1	0	0	1	0	47
TARDE									
12:00 - 12:10	10	1	0	0	0	0	0	1	12
12:10 - 12:20	25	7	0	0	0	0	0	1	33
12:20 - 12:30	25	16	2	5	0	0	0	0	48
12:30 - 12:40	23	6	0	1	0	0	3	1	34
12:40 - 12:50	30	8	2	2	0	0	3	0	45
12:50 - 13:00	32	7	4	0	0	0	1	0	44
13:00 - 13:10	26	4	4	5	0	0	1	1	41
13:10 - 13:20	37	8	2	2	0	0	2	1	52
13:20 - 13:30	24	7	5	3	0	0	0	0	39
13:30 - 13:40	40	6	4	1	0	0	4	0	55
13:40 - 13:50	30	6	2	2	0	0	2	0	42
13:50 - 14:00	25	9	1	0	0	0	0	0	35
NOCHE									
18:00 - 18:10	29	0	1	0	0	0	0	0	30
18:10 - 18:20	23	3	3	0	0	0	0	0	29
18:20 - 18:30	30	7	2	0	1	0	2	0	42
18:30 - 18:40	15	9	0	0	1	0	3	0	28
18:40 - 18:50	34	9	3	1	0	0	2	0	49
18:50 - 19:00	36	5	1	2	0	0	1	0	45
19:00 - 19:10	29	6	2	3	0	0	1	1	42
19:10 - 19:20	35	5	2	3	0	0	2	1	48
19:20 - 19:30	35	3	1	1	0	0	1	0	41
19:30 - 19:40	35	3	4	0	2	0	2	0	46
19:40 - 19:50	27	6	1	4	0	0	2	0	40
19:50 - 20:00	30	12	3	0	0	0	0	0	45
TOTAL	931	248	63	46	5	0	48	12	1353



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04										
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS			
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro									
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba									
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 SUBIDA									
FECHA:	10/06/2017									
CONTEO VEHICULAR										
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL	
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES			
							2 EJES	3 EJES		
MAÑANA										SUB TOTAL
7:00 - 7:10	14	1	0	0	0	0	1	0	16	
7:10 - 7:20	20	3	2	2	1	0	0	0	28	
7:20 - 7:30	17	2	0	3	0	0	2	0	24	
7:30 - 7:40	23	19	0	4	3	0	3	0	52	
7:40 - 7:50	24	7	2	5	1	0	2	0	41	
7:50 - 8:00	30	7	1	1	1	0	2	0	42	203
8:00 - 8:10	27	8	1	6	1	0	2	0	45	
8:10 - 8:20	34	3	1	0	1	0	3	0	42	
8:20 - 8:30	28	5	1	0	1	0	1	0	36	
8:30 - 8:40	32	11	0	4	1	0	1	0	49	
8:40 - 8:50	48	10	2	3	1	0	2	0	66	
8:50 - 9:00	35	9	4	4	1	0	3	0	56	294
TARDE										
12:00 - 12:10	10	3	0	1	0	0	0	0	14	
12:10 - 12:20	40	3	0	1	1	0	0	0	45	
12:20 - 12:30	45	10	2	0	1	0	1	0	59	
12:30 - 12:40	34	10	0	3	2	0	4	0	53	
12:40 - 12:50	38	9	1	1	2	0	0	1	52	
12:50 - 13:00	33	6	2	1	1	0	3	0	46	269
13:00 - 13:10	40	6	0	2	1	0	2	0	51	
13:10 - 13:20	30	6	0	3	1	0	3	0	43	
13:20 - 13:30	37	7	3	3	0	0	1	0	51	
13:30 - 13:40	39	7	2	3	3	0	0	0	54	
13:40 - 13:50	36	6	1	0	0	0	2	0	45	
13:50 - 14:00	35	4	0	1	2	0	3	0	45	289
NOCHE										
18:00 - 18:10	22	3	0	0	1	1	0	0	27	
18:10 - 18:20	30	8	3	1	1	1	0	0	44	
18:20 - 18:30	38	5	0	0	1	0	2	0	46	
18:30 - 18:40	27	7	4	1	2	0	0	0	41	
18:40 - 18:50	34	6	2	2	1	0	1	0	46	
18:50 - 19:00	43	6	3	2	1	0	1	0	56	260
19:00 - 19:10	29	7	1	2	2	0	1	0	42	
19:10 - 19:20	44	11	2	2	1	0	0	0	60	
19:20 - 19:30	30	8	1	5	2	0	0	0	46	
19:30 - 19:40	32	9	1	5	0	0	2	0	49	
19:40 - 19:50	26	17	2	7	2	0	0	0	54	
19:50 - 20:00	26	8	5	1	1	0	1	0	42	293
TOTAL	1130	257	49	79	41	2	49	1	1608	



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04										
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS			
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro									
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba									
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 SUBIDA									
FECHA:	10/06/2017									
CONTEO VEHICULAR										
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL	
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES			
							2 EJES	3 EJES		
MAÑANA										SUB TOTAL
7:00 - 7:10	14	1	0	0	0	0	1	0	16	
7:10 - 7:20	20	3	2	2	1	0	0	0	28	
7:20 - 7:30	17	2	0	3	0	0	2	0	24	
7:30 - 7:40	23	19	0	4	3	0	3	0	52	
7:40 - 7:50	24	7	2	5	1	0	2	0	41	
7:50 - 8:00	30	7	1	1	1	0	2	0	42	203
8:00 - 8:10	27	8	1	6	1	0	2	0	45	
8:10 - 8:20	34	3	1	0	1	0	3	0	42	
8:20 - 8:30	28	5	1	0	1	0	1	0	36	
8:30 - 8:40	32	11	0	4	1	0	1	0	49	
8:40 - 8:50	48	10	2	3	1	0	2	0	66	
8:50 - 9:00	35	9	4	4	1	0	3	0	56	294
TARDE										
12:00 - 12:10	10	3	0	1	0	0	0	0	14	
12:10 - 12:20	40	3	0	1	1	0	0	0	45	
12:20 - 12:30	45	10	2	0	1	0	1	0	59	
12:30 - 12:40	34	10	0	3	2	0	4	0	53	
12:40 - 12:50	38	9	1	1	2	0	0	1	52	
12:50 - 13:00	33	6	2	1	1	0	3	0	46	269
13:00 - 13:10	40	6	0	2	1	0	2	0	51	
13:10 - 13:20	30	6	0	3	1	0	3	0	43	
13:20 - 13:30	37	7	3	3	0	0	1	0	51	
13:30 - 13:40	39	7	2	3	3	0	0	0	54	
13:40 - 13:50	36	6	1	0	0	0	2	0	45	
13:50 - 14:00	35	4	0	1	2	0	3	0	45	289
NOCHE										
18:00 - 18:10	22	3	0	0	1	1	0	0	27	
18:10 - 18:20	30	8	3	1	1	1	0	0	44	
18:20 - 18:30	38	5	0	0	1	0	2	0	46	
18:30 - 18:40	27	7	4	1	2	0	0	0	41	
18:40 - 18:50	34	6	2	2	1	0	1	0	46	
18:50 - 19:00	43	6	3	2	1	0	1	0	56	260
19:00 - 19:10	29	7	1	2	2	0	1	0	42	
19:10 - 19:20	44	11	2	2	1	0	0	0	60	
19:20 - 19:30	30	8	1	5	2	0	0	0	46	
19:30 - 19:40	32	9	1	5	0	0	2	0	49	
19:40 - 19:50	26	17	2	7	2	0	0	0	54	
19:50 - 20:00	26	8	5	1	1	0	1	0	42	293
TOTAL	1130	257	49	79	41	2	49	1	1608	

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 2 SUBIDA								
FECHA:	10/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	11	4	1	1	1	0	3	1	22
7:10 - 7:20	14	2	1	4	1	0	1	1	24
7:20 - 7:30	29	4	1	6	3	0	1	0	44
7:30 - 7:40	22	8	0	4	1	0	4	0	39
7:40 - 7:50	22	5	2	5	1	0	0	0	35
7:50 - 8:00	23	4	0	3	1	0	1	0	32
8:00 - 8:10	19	4	1	7	1	0	2	0	34
8:10 - 8:20	29	4	1	3	0	0	1	0	38
8:20 - 8:30	19	2	2	2	1	0	1	1	28
8:30 - 8:40	27	8	0	8	1	0	0	0	44
8:40 - 8:50	34	6	1	3	1	0	0	0	45
8:50 - 9:00	24	3	0	5	1	0	2	0	35
TARDE									
12:00 - 12:10	27	4	1	2	1	0	0	0	35
12:10 - 12:20	39	3	1	8	0	0	0	0	51
12:20 - 12:30	28	7	2	4	1	0	1	0	43
12:30 - 12:40	32	3	2	7	1	0	2	0	47
12:40 - 12:50	28	5	1	6	2	0	0	1	43
12:50 - 13:00	24	7	0	4	1	0	2	0	38
13:00 - 13:10	35	4	1	4	1	0	2	0	47
13:10 - 13:20	23	5	0	6	2	0	1	0	37
13:20 - 13:30	27	0	2	2	1	0	0	0	32
13:30 - 13:40	48	6	3	5	4	0	3	0	69
13:40 - 13:50	35	4	0	5	0	0	2	0	46
13:50 - 14:00	47	6	2	3	1	0	3	0	62
NOCHE									
18:00 - 18:10	15	2	0	2	1	0	1	0	21
18:10 - 18:20	14	4	0	4	2	0	0	0	24
18:20 - 18:30	25	4	2	3	1	0	1	0	36
18:30 - 18:40	26	3	1	5	2	0	0	0	37
18:40 - 18:50	26	6	0	6	1	0	5	0	44
18:50 - 19:00	27	5	0	4	3	0	1	1	41
19:00 - 19:10	29	7	0	8	2	0	2	0	48
19:10 - 19:20	19	11	1	4	1	0	0	0	36
19:20 - 19:30	27	10	0	8	3	0	0	0	48
19:30 - 19:40	22	3	2	10	0	0	2	0	39
19:40 - 19:50	26	10	1	10	5	0	1	0	53
19:50 - 20:00	25	2	2	8	1	0	1	0	39
TOTAL	947	175	34	179	50	0	46	5	1436



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 3 BAJADA								
FECHA:	10/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	7	2	0	1	0	0	1	0	12
7:10 - 7:20	14	1	1	1	2	0	3	0	22
7:20 - 7:30	17	2	0	1	2	0	0	0	23
7:30 - 7:40	20	6	0	2	1	0	0	0	29
7:40 - 7:50	15	2	0	1	0	0	2	0	20
7:50 - 8:00	12	2	0	2	0	0	0	0	17
8:00 - 8:10	11	3	0	3	2	0	1	0	20
8:10 - 8:20	15	2	0	3	0	0	0	0	20
8:20 - 8:30	8	4	0	3	1	0	0	0	16
8:30 - 8:40	13	4	1	1	1	0	0	0	20
8:40 - 8:50	17	1	0	0	1	0	0	0	19
8:50 - 9:00	18	2	0	0	1	0	0	0	21
TARDE									
12:00 - 12:10	13	5	0	0	0	0	2	0	20
12:10 - 12:20	12	2	0	1	0	0	1	0	17
12:20 - 12:30	16	7	2	1	0	0	0	0	26
12:30 - 12:40	12	4	3	5	1	0	0	0	25
12:40 - 12:50	11	3	2	1	0	0	1	0	18
12:50 - 13:00	15	6	3	2	1	0	0	0	28
13:00 - 13:10	14	3	1	0	2	0	2	0	22
13:10 - 13:20	15	2	0	2	0	0	1	0	20
13:20 - 13:30	23	2	0	2	2	0	0	0	29
13:30 - 13:40	12	3	0	1	0	0	1	0	18
13:40 - 13:50	25	8	0	2	4	0	2	0	41
13:50 - 14:00	26	3	1	5	2	0	1	0	38
NOCHE									
18:00 - 18:10	10	3	0	2	0	0	1	0	16
18:10 - 18:20	10	4	0	4	1	0	0	0	19
18:20 - 18:30	16	1	0	0	1	0	1	0	19
18:30 - 18:40	9	3	0	0	0	0	1	0	14
18:40 - 18:50	17	5	0	1	1	0	0	0	24
18:50 - 19:00	11	6	0	3	2	0	1	0	23
19:00 - 19:10	10	4	0	3	0	0	1	0	18
19:10 - 19:20	14	2	0	1	1	0	3	0	22
19:20 - 19:30	12	6	0	2	0	0	0	0	20
19:30 - 19:40	12	5	0	2	0	0	0	0	19
19:40 - 19:50	11	14	0	1	0	0	3	0	29
19:50 - 20:00	15	5	0	0	0	0	0	0	20
TOTAL	508	137	14	59	29	0	29	0	784

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTAS:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 3 SUBIDA								
FECHA:	10/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	9	1	0	0	0	0	0	0	10
7:10 - 7:20	10	0	0	0	0	0	0	0	10
7:20 - 7:30	8	2	0	0	0	0	0	0	10
7:30 - 7:40	14	0	0	0	0	0	0	0	14
7:40 - 7:50	9	1	0	0	0	0	0	0	10
7:50 - 8:00	11	0	0	0	0	0	1	0	12
8:00 - 8:10	5	1	0	0	0	0	0	0	6
8:10 - 8:20	9	0	0	0	0	0	0	0	9
8:20 - 8:30	11	1	0	1	0	0	1	0	14
8:30 - 8:40	4	0	0	1	0	0	0	0	5
8:40 - 8:50	6	2	0	0	0	0	0	0	8
8:50 - 9:00	12	2	0	0	0	0	0	0	14
TARDE									
12:00 - 12:10	1	1	0	1	0	0	0	0	3
12:10 - 12:20	1	1	0	0	0	0	0	0	2
12:20 - 12:30	4	2	0	0	0	0	0	0	6
12:30 - 12:40	5	1	0	0	0	0	0	0	6
12:40 - 12:50	3	1	1	0	0	0	0	0	5
12:50 - 13:00	6	0	1	0	0	0	0	0	7
13:00 - 13:10	3	0	0	0	0	0	0	0	3
13:10 - 13:20	6	0	0	0	0	0	0	0	6
13:20 - 13:30	5	2	0	1	0	0	0	0	8
13:30 - 13:40	7	1	0	0	0	0	0	1	9
13:40 - 13:50	9	1	0	0	0	0	0	0	10
13:50 - 14:00	4	3	0	0	0	0	0	0	7
NOCHE									
18:00 - 18:10	1	1	0	0	0	0	0	0	2
18:10 - 18:20	1	0	0	0	0	0	0	0	1
18:20 - 18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:30 - 18:40	1	0	0	0	0	0	0	0	1
18:40 - 18:50	5	3	1	1	0	0	0	0	10
18:50 - 19:00	5	1	0	0	0	0	0	0	6
19:00 - 19:10	0	2	0	0	0	0	0	0	2
19:10 - 19:20	3	0	0	0	0	0	0	0	3
19:20 - 19:30	1	2	0	0	0	0	0	0	3
19:30 - 19:40	4	2	0	1	0	0	0	0	7
19:40 - 19:50	2	6	0	1	0	0	0	2	11
19:50 - 20:00	5	3	1	0	0	0	0	0	9
TOTAL	190	43	4	7	0	0	2	3	249

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA					CROQUIS 			
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
FECHA:	11/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	33	2	0	0	0	0	1	0	36
7:10 - 7:20	32	2	0	0	0	0	0	1	35
7:20 - 7:30	29	5	2	1	1	0	2	0	40
7:30 - 7:40	27	6	1	0	2	0	0	0	36
7:40 - 7:50	28	4	0	5	0	0	0	1	38
7:50 - 8:00	33	4	3	2	0	0	0	0	42
8:00 - 8:10	31	8	0	2	0	0	1	0	42
8:10 - 8:20	32	5	2	2	1	0	0	0	42
8:20 - 8:30	28	2	5	0	1	0	2	0	38
8:30 - 8:40	29	8	4	1	0	0	0	1	43
8:40 - 8:50	41	5	0	1	1	0	1	0	49
8:50 - 9:00	40	5	1	1	0	0	1	1	49
TARDE									
12:00 - 12:10	31	7	1	0	0	0	1	0	40
12:10 - 12:20	32	2	0	0	2	0	0	1	37
12:20 - 12:30	33	3	2	1	1	0	2	0	42
12:30 - 12:40	35	5	2	0	0	0	0	0	42
12:40 - 12:50	31	4	0	2	2	0	0	1	40
12:50 - 13:00	29	8	1	0	0	0	0	1	39
13:00 - 13:10	28	2	1	0	0	0	0	1	32
13:10 - 13:20	27	6	0	0	2	0	0	1	36
13:20 - 13:30	26	7	0	0	2	0	0	1	36
13:30 - 13:40	33	4	0	1	0	0	1	1	40
13:40 - 13:50	21	5	1	0	0	0	2	0	29
13:50 - 14:00	27	5	0	1	1	0	2	0	36
NOCHE									
18:00 - 18:10	20	3	0	0	1	0	1	0	25
18:10 - 18:20	16	4	0	0	1	0	2	0	23
18:20 - 18:30	16	2	0	2	1	0	6	0	27
18:30 - 18:40	14	6	0	2	0	0	2	1	25
18:40 - 18:50	17	4	2	5	0	0	1	0	29
18:50 - 19:00	15	5	2	4	3	0	0	0	29
19:00 - 19:10	16	2	0	3	1	0	1	0	23
19:10 - 19:20	17	1	0	1	0	0	0	0	19
19:20 - 19:30	17	5	2	1	2	0	0	1	28
19:30 - 19:40	18	6	0	1	0	0	1	0	26
19:40 - 19:50	16	8	1	0	0	0	0	0	25
19:50 - 20:00	19	5	0	1	1	0	0	0	26
TOTAL	937	165	33	40	26	0	30	13	1244



GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 1 SUBIDA								
FECHA:	11/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	10	3	0	1	0	0	0	0	14
7:10 - 7:20	40	3	0	1	1	0	0	0	45
7:20 - 7:30	45	10	2	0	1	0	1	0	59
7:30 - 7:40	34	10	0	3	2	0	4	0	53
7:40 - 7:50	38	9	1	1	2	0	0	1	52
7:50 - 8:00	33	6	2	1	1	0	3	0	46
8:00 - 8:10	40	6	0	2	1	0	2	0	51
8:10 - 8:20	30	6	0	3	1	0	3	0	43
8:20 - 8:30	37	7	3	3	0	0	1	0	51
8:30 - 8:40	39	7	2	3	3	0	0	0	54
8:40 - 8:50	36	6	1	0	0	0	2	0	45
8:50 - 9:00	35	4	0	1	2	0	3	0	45
SUB TOTAL									
TARDE									
12:00 - 12:10	31	13	0	4	2	0	3	0	53
12:10 - 12:20	31	8	2	2	1	0	2	0	46
12:20 - 12:30	38	10	2	4	1	0	3	0	58
12:30 - 12:40	40	9	5	5	1	0	1	0	61
12:40 - 12:50	34	12	1	1	0	0	1	0	49
12:50 - 13:00	51	10	1	1	2	0	1	0	66
13:00 - 13:10	34	12	1	4	1	0	3	0	55
13:10 - 13:20	28	6	3	1	1	0	3	1	43
13:20 - 13:30	31	7	0	2	0	0	1	0	41
13:30 - 13:40	24	8	0	4	1	0	1	0	38
13:40 - 13:50	24	6	1	2	1	0	0	1	35
13:50 - 14:00	29	4	2	0	0	0	1	0	36
SUB TOTAL									
NOCHE									
18:00 - 18:10	22	3	0	0	1	1	0	0	27
18:10 - 18:20	30	8	3	1	1	1	0	0	44
18:20 - 18:30	38	5	0	0	1	0	2	0	46
18:30 - 18:40	27	7	4	1	2	0	0	0	41
18:40 - 18:50	34	6	2	2	1	0	1	0	46
18:50 - 19:00	43	6	3	2	1	0	1	0	56
19:00 - 19:10	29	7	1	2	2	0	1	0	42
19:10 - 19:20	44	11	2	2	1	0	0	0	60
19:20 - 19:30	30	8	1	5	2	0	0	0	46
19:30 - 19:40	32	9	1	5	0	0	2	0	49
19:40 - 19:50	26	17	2	7	2	0	0	0	54
19:50 - 20:00	26	8	5	1	1	0	1	0	42
SUB TOTAL									
TOTAL	1193	277	53	77	40	2	47	3	1692

GUÍA DE OBSERVACIÓN N°04									
TESIS:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS AV. FERROCARRIL, AV. MARISCAL CASTILLA Y AV. TORRECHAYOC DE LA CIUDAD DE URUBAMBA						CROQUIS		
TESISTA:	Jean Christian Gabriel Chacon Castro								
UBICACIÓN:	Localidad: Urubamba / Distrito: Urubamba / Provincia: Urubamba								
CALLE:	Av. Ferrocarril - Tramo 2 BAJADA								
FECHA:	11/06/2017								
CONTEO VEHICULAR									
HORA	TRANSPORTE LIGERO			TRANSPORTE URBANO			TRANSPORTE DE CARGA		TOTAL
	MOTOTAXIS	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES		
							2 EJES	3 EJES	
MAÑANA									
7:00 - 7:10	8	0	1	2	0	0	0	0	11
7:10 - 7:20	15	1	1	8	0	0	0	0	25
7:20 - 7:30	22	3	2	2	0	0	0	0	29
7:30 - 7:40	15	5	0	4	0	0	4	0	28
7:40 - 7:50	22	3	0	4	0	0	2	0	31
7:50 - 8:00	19	3	0	3	1	0	0	0	26
8:00 - 8:10	16	2	1	3	0	0	2	1	25
8:10 - 8:20	29	6	0	4	0	0	1	0	40
8:20 - 8:30	14	2	0	6	1	0	0	0	23
8:30 - 8:40	31	1	1	5	1	0	1	0	40
8:40 - 8:50	19	4	0	9	0	0	2	0	34
8:50 - 9:00	21	6	0	3	0	0	0	0	30
MAÑANA									
12:00 - 12:10	15	4	1	1	1	0	1	0	23
12:10 - 12:20	26	5	2	4	1	0	1	0	39
12:20 - 12:30	13	6	1	3	0	0	0	0	23
12:30 - 12:40	14	5	1	5	0	0	1	0	26
12:40 - 12:50	25	4	3	9	0	0	1	0	42
12:50 - 13:00	27	5	0	4	0	0	3	0	39
13:00 - 13:10	23	4	0	2	0	0	0	0	29
13:10 - 13:20	15	6	1	3	0	0	0	0	25
13:20 - 13:30	27	7	0	7	0	0	1	0	42
13:30 - 13:40	22	2	0	4	1	0	1	0	30
13:40 - 13:50	23	3	1	3	1	0	0	0	31
13:50 - 14:00	24	3	0	4	1	0	0	0	32
NOCHE									
18:00 - 18:10	15	1	1	6	0	0	0	0	23
18:10 - 18:20	19	0	1	3	0	0	0	1	24
18:20 - 18:30	22	7	1	5	0	0	0	0	35
18:30 - 18:40	22	5	0	4	0	0	1	0	32
18:40 - 18:50	21	4	1	5	0	0	2	0	33
18:50 - 19:00	25	1	1	3	1	0	0	0	31
19:00 - 19:10	31	2	1	8	0	0	1	0	43
19:10 - 19:20	21	3	1	5	1	0	1	0	32
19:20 - 19:30	25	0	2	1	0	0	0	0	28
19:30 - 19:40	37	6	3	5	1	0	2	0	54
19:40 - 19:50	23	2	4	6	0	0	0	0	35
19:50 - 20:00	27	5	0	2	0	0	0	0	34
TOTAL	773	126	32	155	11	0	28	2	1127