



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y
vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y
Alejandro Velasco Astete, Surco 2022 – Lima**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTOR

Paul Martin LAURENTE ROMERO

Brigitte Berenice NIÑO PAZOS

ASESOR

Dr. Jorge ESCALANTE CONTRERAS

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Laurente, P. & Niño, B. (2023). *Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco 2022 – Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor 1	
Nombres y apellidos	Paul Martin Laurente Romero
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70236550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-3898-088X
Datos de autor 2	
Nombres y apellidos	Brigitte Berenice Niño Pazos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70322260
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-8760-6467
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Jorge Escalante Contreras
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	28286636
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3390-6998
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Luz Baltazara Ramos Lorenzo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09997205
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Gina Gabriela Chambi Echegaray
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08234103

Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Franci Benito Cruz Montes
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08190505
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.4.32. Estructura de Transporte (terrestre, acuático y aéreo)
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Santiago de Surco Calle: Av. Primavera – Av. Alejandro Velasco Astete Latitud: -12.1107 Longitud: -76.9845
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2021 – Julio 2022
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería del Transporte https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día viernes 08 de septiembre del 2023, siendo las 13:00 horas en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Dra. LUZ BALTAZARA RAMOS LORENZO	Presidente
Arq. GINA GABRIELA CHAMBI ECHEGARAY	Miembro
Lic. FRANCI BENITO CRUZ MONTES	Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada: **«Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco 2022 - Lima»**, presentada por los Bachilleres **NIÑO PAZOS, BRIGITTE BERENICE** y **LAURENTE ROMERO, PAUL MARTIN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, asesorados por el Mg. Jorge Escalante Contreras.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon al Bachiller las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

SATISFACCION DEL JURADO

Concluida la Sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue:

15 (QUINCE) APROBADO

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**, a los Bachilleres **NIÑO PAZOS, BRIGITTE BERENICE** y **LAURENTE ROMERO, PAUL MARTIN**.

Siendo las *13:50*, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Lima, 08 de septiembre de 2023

Dra. LUZ BALTAZARA RAMOS LORENZO
PRESIDENTE

Arq. GINA GABRIELA CHAMBI ECHEGARAY
MIEMBRO

Lic. FRANCI BENITO CRUZ MONTES
MIEMBRO

Dr. LUIS MIGUEL MORÁN YANEZ
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL





CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, JORGE ESCALANTE CONTRERAS, en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° 000017-2024-D-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es **Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco 2022 - Lima**, presentado por los bachilleres LAURENTE ROMERO, PAUL MARTIN y NIÑO PAZOS, BRIGITTE BERENICE, para optar el grado académico de INGENIERO CIVIL, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 9% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado de título profesional en la especialidad correspondiente.

Firma del Asesor

DNI: 28286636

JORGE ESCALANTE CONTRERAS:



Dedicatoria

A nuestras familias, por el apoyo incondicional que nos han brindado y la guía en nuestros caminos de crecimiento integral.

A nuestros colegas y amistades, por todo el apoyo y la motivación a lo largo de estos años.

Agradecimientos

Al Ing. Jorge Escalante, por su asesoría de tesis correspondiente a la parte metodológica en toda la investigación

A la UNMSM, por brindarnos una educación adecuada para superar los obstáculos de la vida profesional.

ÍNDICE

RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	7
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	8
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.2. BASES TEÓRICAS	11
2.2.1. INTERSECCIÓN VIAL	11
2.2.2. FLUJO VEHICULAR.....	11
2.2.2.1. VELOCIDAD:	11
2.2.3. FLUJO PEATONAL.....	12
2.2.3.1. VOLUMEN PEATONAL.....	12
2.2.3.2. VELOCIDAD DE CAMINATA:.....	12
2.2.3.3. DENSIDAD PEATONAL:	12
2.2.3.4. ESPACIO PEATONAL:	13
2.2.4. CALIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	13
2.2.5. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL BASADO EN LA PERCEPCIÓN DEL PEATÓN:.....	15
2.2.6. TRANSPORTE SOSTENIBLE	17
2.2.7. TRANSPORTE DE CARGA PESADA	17
2.2.8. TIPOLOGÍA DE VÍAS DE TRÁNSITO.....	19

2.2.9.	DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO - SEMÁFOROS	21
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	22
CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....		26
3.1.	HIPÓTESIS.....	26
3.1.1.	HIPÓTESIS GENERAL	26
3.1.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	27
3.2.	VARIABLES	27
3.2.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	27
3.2.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	27
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	28
3.3.1.	MATRIZ DE CONSISTENCIA	28
CAPÍTULO 4: MATERIALES Y MÉTODO		29
4.1.	ÁREA DE ESTUDIO	29
4.1.1.	Acceso N°1.....	29
4.1.2.	Acceso N°2.....	31
4.1.3.	Acceso N°3.....	32
4.1.4.	Acceso N°4.....	33
4.1.5.	Pasos peatonales	33
4.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	34
4.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	35
4.3.1.	AFOROS VEHICULARES	37
4.3.2.	CICLO SEMAFÓRICO	41
4.3.3.	DATOS GEOMÉTRICOS	42
4.4.	PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	43
4.4.1.	GENERALIDADES DEL ANÁLISIS.....	43
4.4.2.	MOVIMIENTOS Y FASES.....	43
4.4.3.	VARIABLES DE ENTRADA - FLUJOS DE GRUPOS DE CARRILES.....	44
4.5.	CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR	46
4.5.1.	DETERMINAR LOS GRUPOS DE MOVIMIENTOS Y CARRILES	47
4.5.2.	DETERMINAR LA TASA DE FLUJO DE LOS GRUPOS DE MOVIMIENTOS	49

4.5.3.	DETERMINAR LA TASA DE FLUJO DE LOS GRUPOS DE CARRILES	49
4.5.4.	DETERMINAR LA TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN AJUSTADA....	55
4.5.5.	DETERMINAR LA PROPORCIÓN DE LLEGADA DE VEHÍCULOS DURANTE EL VERDE.....	60
4.5.6.	DETERMINAR LA DURACIÓN DE FASE DE SEÑAL.....	60
4.5.7.	DETERMINAR LA TASA DE CAPACIDAD Y VOLUMEN-CAPACIDAD (GRADO DE SATURACIÓN).....	62
4.5.8.	DETERMINAR LA DEMORA	65
4.5.9.	DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO	68
4.6.	CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL	69
4.6.1.	DETERMINAR EL ÁREA DE CIRCULACIÓN DE LA ESQUINA:.....	74
4.6.2.	DETERMINAR EL ÁREA DE CIRCULACIÓN DEL CRUCE:	78
4.6.3.	DETERMINAR EL RETRASO DE LOS PEATONES:	82
4.6.4.	DETERMINAR LA PUNTUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LOS PEATONES PARA LA INTERSECCIÓN:	83
4.6.5.	DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO:.....	84
4.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	85
CAPÍTULO 5: RESULTADOS		86
5.1.	NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR – AV. PRIMAVERA Y AV. VELASCO ASTETE	86
5.1.1.	DATOS DE ENTRADA	86
5.1.2.	DATOS DE VOLUMEN DE TRÁNSITO	87
5.1.3.	MODELO DE SIMULACIÓN DE TRÁNSITO	89
5.1.4.	NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR	100
5.2.	NIVEL DE SERVICIO PEATONAL – AV. PRIMAVERA Y AV. VELASCO ASTETE.....	101
5.2.1.	DATOS DE ENTRADA	101
5.2.2.	CÁLCULO DE LA DEMORA PEATONAL.....	102
5.2.3.	CÁLCULO DE LA DEMORA PEATONAL:.....	104
5.2.4.	PUNTUACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL.....	113
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		118

6.1.	COMPORTAMIENTO DE LA INTERSECCIÓN FRENTE AL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR.....	118
6.1.1.	RESULTADOS DEL ACCESO AV. PRIMAVERA E – O.....	118
6.1.2.	RESULTADOS DEL ACCESO AV. PRIMAVERA O – E.....	119
6.1.3.	RESULTADOS DEL ACCESO AV. VELASCO ASTETE N – S.....	121
6.1.4.	RESULTADOS DEL ACCESO AV. VELASCO ASTETE S – N.....	122
6.2.	COMPORTAMIENTO FRENTE AL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL.....	124
6.2.1.	NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PARA LA AV. PRIMAVERA DIRECCIÓN O – E.....	124
6.2.2.	NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PARA LA AV. PRIMAVERA DIRECCIÓN E – O.....	125
6.2.3.	NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PARA LA AV. VELASCO ASTETE DIRECCIÓN NORTE – SUR.....	126
6.2.4.	NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PARA LA AV. VELASCO ASTETE DIRECCIÓN SUR – NORTE.....	126
6.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	128
6.3.1.	MODO VEHICULAR.....	128
6.3.2.	MODO PEATONAL.....	132
CAPÍTULO 7: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO .		136
7.1.	REORGANIZACIÓN DEL CICLO SEMAFÓRICO.....	136
7.1.1.	Continuidad de carriles en vías aledañas a la intersección.....	139
7.1.2.	Puntos de inflexión en vías aledañas.....	144
7.1.3.	Sincronización de semáforos en zonas aledañas.....	151
7.1.4.	Resumen.....	154
7.2.	AMPLIACIÓN DE CARRIL DE GIRO.....	155
7.2.1.	Clasificación de la vía Urbana en la intersección.....	156
7.2.2.	Características geométricas en secciones transversales.....	157
7.2.3.	Ampliación del carril de giro.....	165
7.2.4.	Consideraciones para la ampliación del carril de giro.....	171
7.3.	PLAN DE DESVÍO PROVISIONAL.....	174
7.4.	RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO - PROPUESTA.....	181
7.4.1.	NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR.....	181
7.4.2.	COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR.....	191

7.4.3. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL	192
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	197
8.1. CONCLUSIONES	197
8.1.1. DEL ANÁLISIS DE NIVEL DE SERVICIO ACTUAL.....	197
8.1.2. DE LA PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO	198
8.2. RECOMENDACIONES	199
BIBLIOGRAFÍA	201
ANEXOS	204
ANEXO A: HOJAS DE TRABAJO.....	205
ANEXO B: PLANOS DE VIALIDAD	211
ANEXO C: DATOS DE AFOROS VEHICULARES.....	223
ANEXO D: DATOS DE AFOROS PEATONALES	231
ANEXO E: TABLAS DE VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	239

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del Índice Nacional del Flujo de Vehicular 2018 – 2022.....	4
Figura 2. Ubicación del Problema.....	5
Figura 3. Avenidas importantes aledañas a la intersección de estudio	6
Figura 4. Peatones imprudentes cruzando la carretera.....	16
Figura 5. Tipos de camiones de carga pesada	18
Figura 6. Vista de planta – Accesos de la intersección	29
Figura 7. Vista transversal – Acceso N°1	30
Figura 8. Vista transversal – Acceso N°2	31
Figura 9. Vista transversal – Acceso N°3	32
Figura 10. Vista transversal – Acceso N°4	33
Figura 11. Control de Aforo vehicular – Av. Primavera O – E	37
Figura 12. Control de Aforo vehicular – Av. Primavera E – O	38
Figura 13. Control de Aforo vehicular – Avenida Velasco N – S	39
Figura 14. Control de Aforo vehicular – Av. Velasco Astete S – N.....	40
Figura 15. Control del Ciclo Semafórico	41
Figura 16. Control de Datos Geométricos.....	42
Figura 17. Movimientos y esquemas de numeración en una intersección	44
Figura 18. Variables de Entrada para la Tasa de Flujo de Grupos de Carriles	46
Figura 19. Metodología Vehicular de Nivel de Servicio para Intersecciones Señalizadas.....	47
Figura 20. Elementos de tiempo actuantes en la duración de fase.....	61
Figura 21. Determinación de Fase Crítica con Fases Protegidas de Giro a la Izquierda	64
Figura 22. Llegadas acumuladas y periodo de análisis sobresaturado.....	66
Figura 23. Demora Inicial de Cola con Incremento de Tamaño de Cola.....	68
Figura 24. Metodología Peatonal de Nivel de Servicio para Intersecciones Señalizadas.....	69
Figura 25. Condición 1: Cruce de calles secundarias	71
Figura 26. Condición 2: Cruce de calles principales.....	72
Figura 27. Geometría de la esquina de intersección y el movimiento de peatones	74
Figura 28. Imagen de referencia: cambio de subíndices	76
Figura 29. Imagen de referencia: cambio de subíndices	78
Figura 30. Movimientos que cruzan el pase peatonal D	84
Figura 31. Resumen de aforos vehiculares	88
Figura 32. Volumen de tránsito de vehículos por acceso.....	89

Figura 33. Datos geométricos del modelo de tránsito.....	90
Figura 34. Datos de volumen de tránsito	91
Figura 35. Datos de entrada (carril) – Av. Primavera O – E.....	92
Figura 36. Datos de entrada (carril) – Av. Primavera E – O.....	92
Figura 37. Datos de entrada (carril) – Av. Alejandro Velasco A. N – S.....	93
Figura 38. Datos de entrada (carril) – Av. Alejandro Velasco A. S – N.....	93
Figura 39. Datos de entrada (volumen) – Resumen general	94
Figura 40. Tabla de fases – Resumen general.....	95
Figura 41. Datos de entrada (fases) – Av. Primavera O – E.....	96
Figura 42. Datos de entrada (fase) – Av. Primavera E – O.....	96
Figura 43. Datos de entrada (fases) – Avenida Alejandro Velasco A. N – S	97
Figura 44. Datos de entrada (fases) – Avenida Alejandro Velasco A. S – N	97
Figura 45. Datos del ciclo semafórico – Resumen general.....	99
Figura 46. Semáforos ubicados en la intersección	102
Figura 47. Conteo de peatones en la intersección	128
Figura 48. Cola de vehículos – Av. Primavera O – E.....	129
Figura 49. Cola de vehículos – Av. Primavera E – O	130
Figura 50. Cola de vehículos – Av. Alejandro Velasco Astete N – S.....	130
Figura 51. Cola de vehículos – Av. Alejandro Velasco A. S – N.....	131
Figura 52. Paso peatonal Av. Velasco Astete S – N, después de la intersección	133
Figura 53. Paso peatonal Av. Velasco Astete N – S, antes de la intersección.....	134
Figura 54. Paso peatonal Av. Primavera E – O, antes de la intersección	134
Figura 55. Paso peatonal Av. Primavera E – O, después de la intersección.....	135
Figura 56. Tiempos de verde actuales en la Intersección.....	136
Figura 57. Tiempos de verde propuestos en la Intersección	138
Figura 58. Distribución de carriles – Situación actual	139
Figura 59. Sección transversal – Av. Primavera E – O.....	140
Figura 60. Sección transversal – Av. Primavera O – E.....	140
Figura 61. Sección transversal – Av. Velasco Astete S – N	140
Figura 62. Sección transversal – Av. Velasco Astete N – S	141
Figura 63. Continuidad de carriles en la intersección – Av. Primavera E – O	141
Figura 64. Continuidad de carriles en la intersección – Av. Primavera O – E	142
Figura 65. Continuidad de carriles en la intersección – Av. Velasco A. S – N.....	142
Figura 66. Continuidad de carriles en la intersección – Av. Velasco A. N – S.....	143

Figura 67. Continuidad de carriles de ciclovia– Av. Velasco A. S – N.....	143
Figura 68. Puntos de Inflexión de tránsito identificados.....	144
Figura 69. Punto de Inflexión 1.....	145
Figura 70. Punto de Inflexión 2.....	146
Figura 71. Punto de Inflexión 3.....	146
Figura 72. Punto de Inflexión 4.....	147
Figura 73. Punto de Inflexión 5 y 6.....	148
Figura 74. Punto de Inflexión 7.....	149
Figura 75. Punto de Inflexión 8.....	150
Figura 76. Modelo de simulación de tránsito – puntos de inflexión.....	152
Figura 77. Sincronización de semáforos – punto 1.....	153
Figura 78. Sincronización de semáforos – punto 3.....	153
Figura 79. Sincronización de semáforos – punto 7.....	154
Figura 80. Clasificación de vías en la intersección de estudio.....	156
Figura 81. Anchos especiales de carril en secciones transversales.....	158
Figura 82. Anchos actuales de carril – Av. Primavera E – O.....	159
Figura 83. Anchos actuales de carril – Av. Primavera O – E.....	159
Figura 84. Anchos de bermas centrales en secciones transversales.....	160
Figura 85. Anchos actuales de carril – Av. Primavera O – E.....	161
Figura 86. Anchos de carril de diseño para ciclovias en berma lateral.....	162
Figura 87. Distribución de ciclovias en Lima.....	163
Figura 88. Distribución de ciclovias en Lima.....	163
Figura 89. Ubicación y proyección de ciclovias en la zona de estudio.....	164
Figura 90. Distribución de carriles – Situación actual.....	165
Figura 91. Distribución de carriles – Situación propuesta.....	166
Figura 92. Sección transversal Propuesta – Av. Primavera E – O.....	167
Figura 93. Sección transversal Propuesta – Av. Primavera O – E.....	167
Figura 94. Detalles generales de los accesos - Planta.....	168
Figura 95. Detalles Carril giro der. Propuesta – Av. Primavera O – E.....	169
Figura 96. Detalles Carril giro der. Propuesta – Av. Primavera E – O.....	169
Figura 97. Detalles esquina veredas y rampas – Propuesta.....	169
Figura 98. Detalles Carril giro izq. Propuesta – Av. Primavera O – E.....	170
Figura 99. Detalles Carril giro izq. Propuesta – Av. Primavera E – O.....	170
Figura 100. Distribución de anchos de carriles en vías aledañas a la intersección.....	171

Figura 101. Elementos por reubicarse – Av. Primavera E-O – Vista 1	172
Figura 102. Elementos por reubicarse – Av. Primavera E-O – Vista 2	172
Figura 103. Elementos por reubicarse – Av. Primavera O-E – Vista 1	173
Figura 104. Elementos por reubicarse – Av. Primavera O-E – Vista 2	173
Figura 105. Desvío Provisional – Situación propuesta	175
Figura 106. Desvío Av. De la Floresta – Situación Actual – Vista 1	177
Figura 107. Desvío Av. De la Floresta – Situación Actual – Vista 2	177
Figura 108. Ubicación planteada para Señal vertical 2	178
Figura 109. Ubicación planteada para Señal vertical 2	179
Figura 110. Ubicación planteada para Señales verticales 3 y 4	179
Figura 111. Ubicación planteada para Señal vertical 5	180
Figura 112. Ubicación planteada para Señal vertical 6	180
Figura 113. Datos de volumen de tránsito – Situación propuesta	182
Figura 114. Datos de fase – Av. Primavera O – E, Situación propuesta	183
Figura 115. Datos de fase – Av. Primavera E – O, Situación propuesta	183
Figura 116. Datos de fase – Av. Velasco Astete N – S, Situación propuesta	184
Figura 117. Datos de fase – Av. Velasco Astete S – N, Situación propuesta	184
Figura 118. Datos del ciclo semafórico, Resumen general – Situación propuesta	186

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones de circulación de camiones de carga pesada	18
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	28
Tabla 3. Matriz de consistencia	28
Tabla 4. Factores de ajuste por ancho de carril	56
Tabla 5. Criterio del Nivel de Servicio – Modo vehicular	69
Tabla 6. Descripción del espacio usado por el peatón.	70
Tabla 7. Criterios de nivel de servicio para peatones y ciclistas.....	85
Tabla 8. Grados de Saturación y Demora de la Intersección	100
Tabla 9. Niveles de Servicio para la Intersección	100
Tabla 10. Medidas del ciclo semafórico peatonal.....	102
Tabla 11. Demora peatonal a considerar para cada semáforo	104
Tabla 12. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera Oeste – Este antes de la intersección.....	105
Tabla 13. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera Oeste – Este después de la intersección.	106
Tabla 14. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera Este – Oeste antes de la intersección.....	107
Tabla 15. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera Este – Oeste después de la intersección.....	108
Tabla 16. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete Norte - Sur antes de la intersección.	109
Tabla 17. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete Norte - Sur después de la intersección.	110
Tabla 18. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete Norte-Sur antes de la intersección.	111
Tabla 19. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete Norte-Sur después de la intersección.....	112
Tabla 20. Puntuación del nivel de servicio peatonal para la Av. Primavera O – E antes de la intersección.....	113
Tabla 21. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera O – E después de la intersección.	114

Tabla 22. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera E – O antes de la intersección.	114
Tabla 23. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera E – O después de la intersección.	115
Tabla 24. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete N - S antes de la intersección.....	115
Tabla 25. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete N - S después de la intersección.....	116
Tabla 26. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete S-N antes de la intersección.	116
Tabla 27. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete S – N después de la intersección.....	117
Tabla 28. Resumen de resultados – Av. Primavera E – O	118
Tabla 29. Resumen de resultados – Av. Primavera O – E	120
Tabla 30. Resumen de resultados – Av. Velasco Astete N – S	121
Tabla 31. Resumen de resultados – Av. Velasco Astete S – N.....	123
Tabla 32. NdS peatonal para la Av. Primavera O - E antes de la intersección.	124
Tabla 33. NdS peatonal para la Av. Primavera O - E después de la intersección.....	125
Tabla 34. NdS peatonal para la Av. Primavera E – O antes de la intersección.....	125
Tabla 35. NdS peatonal para la Av. Primavera E – O después de la intersección.	125
Tabla 36. NdS peatonal para la Av. Velasco Astete N - S antes de la intersección.....	126
Tabla 37. NdS peatonal para la Av. Velasco Astete N - S después de la intersección.	126
Tabla 38. NdS peatonal para la Av. Velasco Astete S - N antes de la intersección.....	126
Tabla 39. NdS peatonal para la Av. Velasco Astete S - N después de la intersección.	127
Tabla 40. Niveles de Servicio Peatonal para la Intersección	127
Tabla 41. Ciclo semafórico vehicular propuesto.....	137
Tabla 42. Ciclo semafórico vehicular propuesto – punto 1.....	152
Tabla 43. Ciclo semafórico vehicular propuesto – punto 3.....	153
Tabla 44. Ciclo semafórico vehicular propuesto – punto 7.....	154
Tabla 45. Parámetros de Diseño Vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas	157
Tabla 46. Anchos de Carril según Clasificación de Vías Urbanas.....	158
Tabla 47. Volumen de tránsito – Situación propuesta.....	182
Tabla 48. Resumen de resultados (propuesta) – Av. Primavera E – O	187
Tabla 49. Resumen de resultados (propuesta) – Av. Primavera O – E.....	188

Tabla 50. Resumen de resultados (propuesta) – Av. Velasco Astete N – S.....	189
Tabla 51. Resumen de resultados (propuesta) – Av. Velasco Astete S – N.....	190
Tabla 52. Nivel de Servicio Vehicular para la Intersección (Propuesta)	191
Tabla 53. Comparación de Nivel de Servicio Vehicular	192
Tabla 54. Datos del ciclo semafórico actualizado (propuesta).....	193
Tabla 55. Puntajes del Nivel de Servicio Peatonal 1 - Propuesta.....	194
Tabla 56. Puntajes del Nivel de Servicio Peatonal 2 - Propuesta.....	195
Tabla 57. Nivel de Servicio Peatonal General para la intersección - Propuesta	196

RESUMEN

La presente tesis desarrolla una propuesta para mejorar el nivel de servicio en los modos peatonal y vehicular para la intersección de las Avenidas Primavera y Alejandro Velasco A., en Santiago de Surco – Lima; para ello, el cálculo de los niveles de servicio se ha desarrollado gracias al Manual HCM (Highway Capacity Manual), debido a que la normativa peruana no es específica en la medición de estos niveles en intersecciones urbanas y señalizadas. Los conceptos principales para la medición de los Nivel de Servicio son: el grado de saturación y la demora, en el caso del modo vehicular; y los puntajes del nivel de servicio, en el caso del modo peatonal.

Por tanto, para el nivel de servicio vehicular, actualmente se tienen: demoras de 30.3 s, 37.6 s, 75.7 s y 25.7s en cada uno de los cuatro accesos de la intersección y grados de saturación de 0.65, 0.58, 0.69 y 0.41 respectivamente. Obteniendo así un nivel de servicio vehicular general del tipo D, el cual representa una incomodidad considerable para los usuarios.

Para el modo peatonal, actualmente se tienen valores de puntaje para una situación antes y después de cada acceso: 5.749, 5.296, 5.570, 5.647, 2.899, 3.387, 3.045 y 3.749. Obteniendo así un nivel de servicio peatonal del tipo E, lo cual representa una mayor incomodidad para los peatones que transiten por la intersección.

La alternativa propuesta para la mejora de estos niveles de servicio contempla tres ejes principales: la reorganización del ciclo semafórico, el aumento de un carril de giro en dos accesos y un plan de desvíos provisional. Pretendiendo intervenir principalmente en los conceptos principales para el cálculo de los niveles de servicio. Obteniendo así los siguientes resultados:

Para la situación propuesta, en el modo vehicular, demoras de 29.7 s, 30.9 s, 39.7 s y 38.8 s en los cuatro accesos y grados de saturación de 0.59, 0.60, 0.53 y 0.66 respectivamente. Obteniendo un nuevo nivel de servicio vehicular general del tipo C.

Para el nuevo nivel de servicio peatonal, valores de puntuación de 4.694, 5.890, 5.355, 4.545, 2.830, 3.078, 3.005 y 3.289. Obteniendo un nuevo nivel de servicio peatonal del tipo D.

Palabras clave: Nivel de Servicio Vehicular, Nivel de Servicio Peatonal, Intersecciones semaforizadas y señalizadas, Mejora de Niveles de Servicio.

ABSTRACT

This research proposes an improvement in both pedestrian and automobile levels of service for the intersection between Primavera and Velasco Astete avenues, in Santiago de Surco district of Lima. To achieve this, levels of service have been calculated using the HCM 2010 manual, as Peruvian regulations are not specific for measuring levels of service for urban signalized intersections. The main concepts for measuring level of service are volume to capacity ratio and delay for automobile mode, and service level score for pedestrian mode.

Currently, the automobile level of service are delays of 30.3 s, 37.6 s, 75.7 s, and 25.7 s for each of the four accesses to the intersection, and volume to capacity ratios of 0.65, 0.58, 0.69, and 0.41, respectively. This results in a general automobile level of service type D, representing significant discomfort for users. For pedestrian level of service, scores are 5.749, 5.296, 5.570, 5.647, 2.899, 3.387, 3.045, and 3.749 before and after each access. This results in a pedestrian level of service type E, representing greater discomfort for pedestrians crossing the intersection.

The proposed alternative for improving these levels of service includes three main axis: reorganizing the traffic lights cycle, adding a turn lane at two accesses, and implementing a temporary detour plan. The aim is to mainly intervene in the main concepts for calculating levels of service, resulting in the following results:

For the new automobile level of service, delays of 29.7 s, 30.9 s, 39.7 s, and 38.8 s for the four accesses, and volume to capacity ratios of 0.59, 0.60, 0.53, and 0.66, respectively. This results in a new general vehicular level of service type C.

For the new pedestrian level of service, scores of 4.694, 5.890, 5.355, 4.545, 2.830, 3.078, 3.005, and 3.289. This results in a new pedestrian level of service type D.

Keywords: Automobile Level of Service, Pedestrian Level of Service, Signalized Intersections, Level of Service Improvement.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La conglomeración del tránsito vehicular en los puntos más afectados de la ciudad de Lima impacta de forma directa a la comodidad de uso en los usuarios de las vías de tránsito, es decir peatones, conductores e incluso a los ciclistas. En este contexto, la habilitación de alternativas de mejora a las condiciones de Nivel de Servicio (NdS en adelante) de los modos vehicular y peatonal de estas vías constituye una acción considerable tanto a mediano como largo plazo, la forma en la que se buscan estas mejoras cambia para cada vía o intersección. Actualmente, la normativa peruana no es específica en términos del cálculo de niveles de servicio para intersecciones urbanas señalizadas, y la escasa difusión del uso de simulaciones de tránsito hace que no se cuente con un banco de proyectos que estén alineados con lo que se desarrolla en la presente investigación.

Por lo tanto, en la presente tesis se desarrolla una alternativa de mejora del NdS de los modos vehicular y peatonal para la intersección correspondiente de estudio, adaptando los lineamientos de la normativa HCM 2010. Así, en el Capítulo 1, se detalla la situación general del tránsito de Lima, se presentan los antecedentes a la presente, se desarrolla el caso de estudio en la Intersección entre las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete del distrito de Santiago de Surco – Lima y se definen el problema y los objetivos de la investigación.

Posterior a ello, en el Capítulo 2, se detallan las definiciones y conceptos más relevantes al estudio de la intersección.

En el Capítulo 3, se define el tipo de investigación de la presente tesis, asimismo, se desarrollan la matriz de consistencia y la operacionalización de variables.

Luego, en el Capítulo 4, se desarrollan de forma detallada los procedimientos que se tienen que tener en cuenta al momento de realizar los cálculos del nivel de servicio, tanto para el modo vehicular como el peatonal, siendo estos lineamientos guiados principalmente por lo descrito en el manual Highway Capacity Manual (HCM 2010), adaptando la normativa al caso que representa la presente tesis: una intersección vial urbana señalizada.

El Capítulo 5 contempla el desarrollo integral de todos los conceptos mencionados desde el capítulo 1, este se encuentra detallado de la siguiente forma: Una presentación del caso de estudio, en la cual se detalla de forma exacta cómo está distribuida la geometría y ciclos semafóricos en cada acceso de la intersección; La toma de datos, que es representada por los aforos vehiculares y peatonales, y el cálculo de los niveles de servicio para los modos vehicular y peatonal por separado.

El Capítulo 6 resume los resultados obtenidos en el capítulo 5, presentando un análisis de comportamiento general de la intersección frente a los niveles de servicio obtenidos, para ambos modos, vehicular y peatonal.

En el Capítulo 7 se presenta la alternativa de mejora de los NdS para la intersección de estudio, desarrollando los tres aspectos fundamentales que aplican para el presente estudio, para posteriormente presentar nuevos valores de nivel de servicio en una nueva situación simulada, y se presenta un comparativo entre la situación actual de la intersección y la situación propuesta.

Finalmente, en el Capítulo 8 se brindan las conclusiones del estudio y se presentan las recomendaciones correspondientes para poder lograr en un futuro, la ampliación del conocimiento en el tema de investigación.

Adicionalmente, se incluyen como anexos en la presente tesis: las hojas de trabajo utilizadas en los conteos para los niveles de servicio; los planos de vialidad de las situaciones actual y propuesta; los datos desglosados de aforos peatonales y vehiculares; los videos obtenidos de las simulaciones de tránsito mediante el software Synchro 11.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El problema de la congestión vehicular ha ido creciendo en los últimos años en muchas ciudades, y centrándonos en la ciudad de Lima, es un problema del día a día para la mayoría de las personas que tienen que desplazarse al trabajo, centros educativos u otros lugares, lo cual trae consigo un problema considerable para el tránsito peatonal puesto que ambos conceptos están ligados entre sí.

A pesar de que la infraestructura vial en el país se viene desarrollando notablemente gracias a diversos proyectos tanto públicos como privados, se puede seguir notando la incomodidad de los usuarios al transitar principalmente por las intersecciones viales, esto debido a la existencia de puntos de conflicto entre los usuarios. Dichos puntos de conflicto dependen de la cantidad de accesos, los movimientos de giro y el tipo de control del volumen vehicular. Estos factores conllevan a la incomodidad del usuario, por la congestión vehicular o peatonal, o incluso por la posibilidad de generarse accidentes de tránsito. Ante ello, se está hablando de una mala planificación y un mal diseño de algunas intersecciones, pudiendo concretarse en dimensiones que no satisfacen al usuario, como veredas muy angostas, pistas con un reducido número de carriles a pesar del gran flujo vehicular, inadecuados dispositivos de control, mal uso de las señaléticas, inclusive, intersecciones a desnivel que no son efectivas, y esto por no hacerse un buen estudio el cual debe basarse en el nivel de servicio.

En el año 2020, la población en general se vio obligada a limitar el tránsito vehicular y peatonal en su totalidad debido a la pandemia que se vivió con muchas restricciones hasta el año 2021, lo que significó después una disminución drástica en las cantidades de vehículos y peatones desplazándose en mayor parte en zonas urbanas. Dicha situación fue cambiando a lo largo de los meses y para el año 2022 existe mayor flexibilidad en cuanto al desplazamiento de vehículos y peatones, lo cual está causando nuevamente el aumento de la congestión de tránsito en varios puntos de la ciudad de Lima, ocasionando que el flujo de tránsito vuelva a tener una mayor fuerza y, por ende, problemas de volumen del mismo.

Tal situación se plasma en el gráfico a continuación, tomado del “Informe Técnico: Flujo Vehicular por Unidades de Peaje” del INEI, con fecha última de actualización en el mes de junio del 2022. (Índice Año Base 2007 = 100)

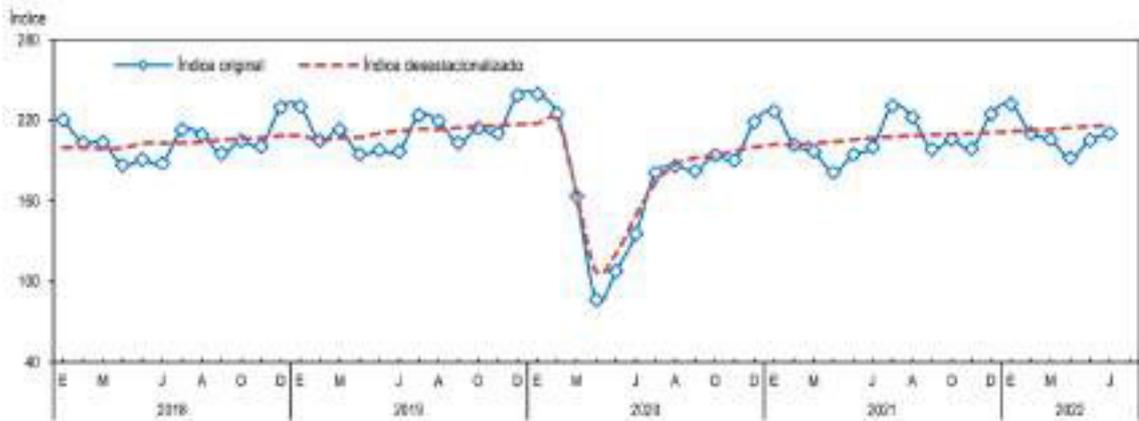


Figura 1. Evolución del Índice Nacional del Flujo de Vehicular 2018 – 2022

Fuente: Informe Técnico Flujo Vehicular por unidades de Peaje – Junio 2022

En el gráfico anterior se observa claramente que a partir del mes de marzo del 2020 el flujo de vehículos descendió drásticamente y a partir del mes de agosto del mismo año, hasta la actualidad, el flujo de vehículos está en aumento.

1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De lo expuesto en el ítem anterior, es claro que la problemática del aumento del flujo de tránsito en el país genera mucha incertidumbre a los usuarios, por lo tanto, como ha sido mencionado, el parque automotor y por consiguiente la congestión vehicular, están aumentando nuevamente en varios puntos del país, pero para la presente investigación se está tomando solo una zona de estudio como el problema de investigación, esta se ubica en el cruce entre las avenidas Primavera y Alejandro Velasco A., en el distrito de Santiago de Surco, Lima, Perú, el nivel de servicio que presenta dicha intersección no parece ser el suficiente para las necesidades de los usuarios. Lo que lleva a preguntar por el siguiente problema general: ¿Cómo se mejorará el NdS vehicular y peatonal en el cruce entre las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?



Figura 2. Ubicación del Problema

Fuente: Elaboración propia

Primavera y Alejandro Velasco Astete es una intersección altamente transitada, se puede apreciar el gran flujo tanto peatonal como vehicular a lo largo de cualquier día. Durante las visitas realizadas para la inspección de la intersección, se observó que el principal volumen de tráfico generado es en dirección este, principalmente debido a que muchos de los usuarios se dirigen por la Av. Primavera hacia la Carretera Panamericana Sur, lo cual genera largas colas de tránsito vehicular en ambos accesos de la avenida Velasco Astete hacia la Av. Primavera, y por otro lado, hacia dirección oeste de la intersección también se observó un gran volumen de tránsito vehicular, y por tanto, debido a esta situación, la Av. Primavera (en ambos sentidos) conlleva un mayor porcentaje de vehículos, lo que ocasiona que en la Av. Velasco Astete, se produzcan largas colas de vehículos, dificultando el tránsito de los vehículos que se dirigen en las direcciones Norte – Sur.

A continuación, se muestra un fragmento del plano del sistema vial actualizado de Lima Metropolitana, en el cual se resalta la ubicación de la intersección de estudio, con respecto a las avenidas más importantes que se encuentran alrededor de esta:

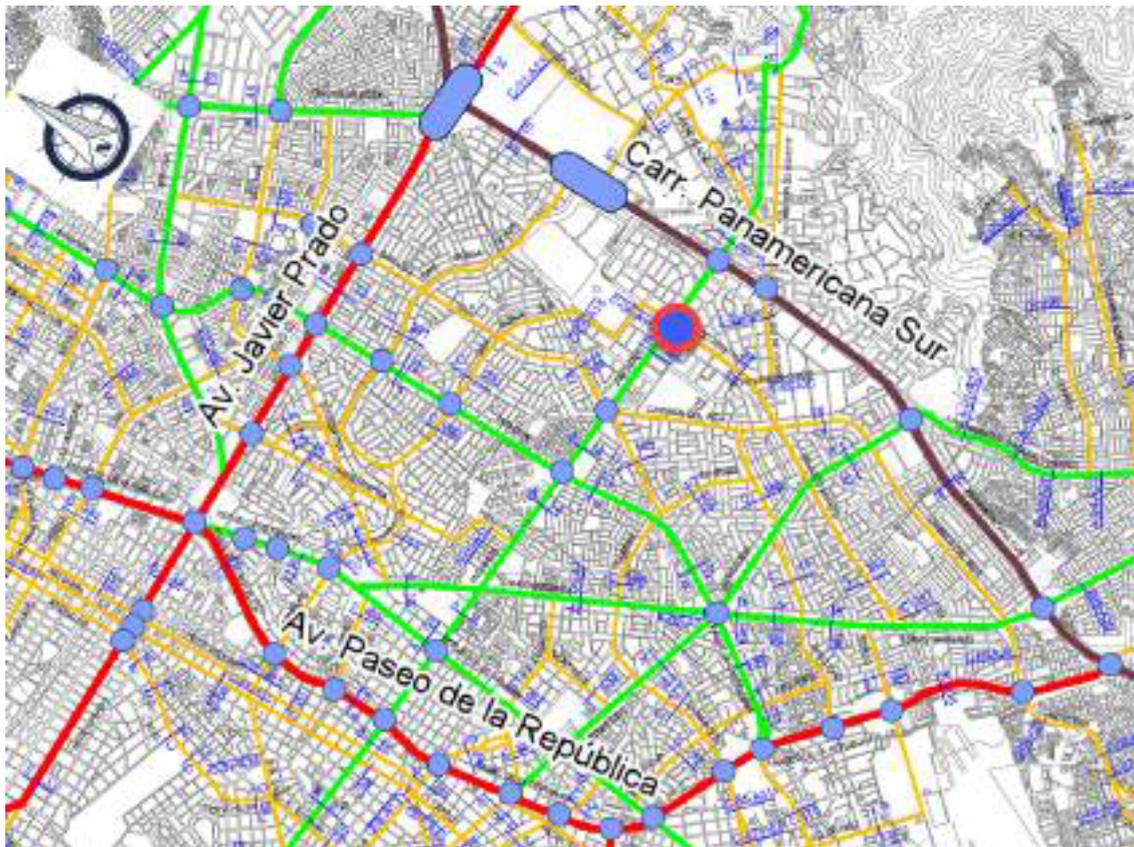


Figura 3. Avenidas importantes aledañas a la intersección de estudio

Fuente: Elaboración propia

La intersección entre las avenidas Primavera y Velasco Astete, se resalta con el punto azul en la figura 3, y se puede apreciar que la vía principal más transitada e importante a esta intersección es la carretera Panamericana Sur, lo cual confirma lo que se describió en párrafos anteriores; al mismo tiempo dichas avenidas son del tipo Arterial (Primavera) y colectora (Velasco A.) por lo cual también este cruce implica una demanda considerable en el tránsito vehicular.

Y, con todo lo descrito anteriormente, debido a que existe un mayor volumen de tránsito vehicular en la Av. Primavera, los peatones que se dirigen en la dirección norte – sur, tienen un mayor nivel de peligro al cruzar la calle, debido a las velocidades que algunos de los vehículos adquieren en la intersección. Y eso sumado a los largos tiempos de espera que deben respetar, hace que para la presente investigación sea necesario, evaluar los Nds tanto vehiculares como peatonales y proponer una alternativa técnica de mejora para la intersección, lo que lleva a formular dos problemas específicos para la presente investigación: ¿Cuáles serán los Niveles de Servicio Peatonal y Vehicular actuales en el cruce de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco A., Surco - Lima? Y ¿Cómo se

mejorará el Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular en el cruce de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar el nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera con Alejandro Velasco Astete mediante una propuesta de rediseño geométrico de las vías.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los niveles de servicio peatonal y vehicular actuales utilizando metodología basada en el HCM 2010.
- Evaluar los datos geométricos de la intersección y brindar una propuesta de mejora en base la normativa de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, y a los resultados obtenidos de las mediciones y Niveles de Servicio en el software SYNCHRO 11.0.
- Presentar una propuesta de mejora en diseño geométrico en anchos de carriles y bermas en base al "Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 - VCHI"

1.4. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Según un artículo periodístico publicado por el diario Correo actualizado al año 2018 que comparte la data que posee el MTC con respecto al parque automotor del país, se menciona al cruce de la Av. Primavera y Alejandro Velasco A. como un punto crítico de tráfico en la ciudad de Lima y Callao, de los 45 existentes que se evaluaron en dicho artículo.

Asimismo, basándonos en un informe de consistencia de un proyecto de mejora perteneciente a la Municipalidad de Lima (Informe de Consistencia del Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SEMAFORIZACIÓN EN LA AV. ANGAMOS (PRIMAVERA), TRAMO AV. MALACHOWSKY - AV. ENCALADA. DISTRITO DE

SURQUILLO, SAN BORJA Y SANTIAGO DE SURCO, PROVINCIA DE LIMA - LIMA” - INFORME N°21-2020-MML/GA-UF-UE-CP/LPR); podemos determinar que desde hace mucho tiempo atrás existe un problema con respecto al tráfico a lo largo de la Av. Primavera y zonas aledañas, e incluso habiéndose terminado este proyecto de mejora, siguen existiendo problemas de tráfico vehicular que se viven en el día de hoy, y como consecuencia este problema de tráfico se puede observar un problema más al tránsito peatonal de la zona, que por la cercanía de oficinas y locales comerciales, es una zona muy transitada tanto para vehículos como peatones.

Por tanto, en resumen, con estos dos puntos explicados, podemos determinar que se necesita una mejora en el flujo tanto vehicular como peatonal de la intersección de la Av. Primavera con la Av. Velasco Astete. Y para lograr dicha mejora se requiere realizar los estudios correspondientes en la zona y determinar, en función a los reglamentos referenciados más adelante, un modelo de solución integral que nos permita poder mejorar dichos flujos de tránsito y asimismo considerar las proyecciones de a dónde se dirigen los usuarios de las vías en esta intersección y no generar problemas adicionales de tránsito en las zonas aledañas.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- La metodología que se utiliza para la presente investigación refiere al cálculo y evaluación del NdS peatonal y vehicular para una intersección vial urbana y señalizada, sin interrupción de tránsito, por lo que la implementación de dicha metodología en otras intersecciones distintas está sujeta a un nuevo análisis.
- Debido a que, en la normativa peruana, Manual de Carreteras: Diseño geométrico, no se muestra de manera explícita la metodología para el cálculo del NdS de intersecciones viales señalizadas, se está optando por utilizar como información base a la norma americana: Highway Capacity Manual 2010.
- Se desestima la influencia que ejercen los espacios de estacionamiento en el flujo de tránsito en ambos lados de la Av. Primavera, debido a que estos están contiguos a carriles protegidos y la cantidad de tráfico vehicular que pueden llegar a generar no conlleva a conflictos en la intersección.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Nacionales:

Doig Godier, Jean Christian (2010). Análisis del nivel de servicio peatonal en la ciudad de Lima. El propósito de este estudio consiste en analizar los factores que influyen en cómo se percibe la calidad del servicio para peatones en Lima. Se emplearon diversas técnicas para evaluar la calidad del servicio, como la evaluación del NdS para peatones según HCM, la evaluación de pasos peatonales según NCHRP 562, entre otras. Como resultado, se descubrió que, aunque los criterios de HCM son aplicables localmente, no describen adecuadamente las condiciones de la infraestructura peatonal, debido a que existen problemas que el manual no considera. Además, se concluyó que el principal problema que enfrentan los peatones es la seguridad vial y que el análisis NCHRP 616 es más completo que el HCM, ya que permite el análisis de la intersección formal y la observación de cruces a mitad de cuadra.

Vega Cuevas, Zaira Yahaira (2018). Análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio de las Vías de Ingreso a la Ciudad de Cajamarca Pertenecientes a la Red Vial Nacional. El propósito de este estudio es analizar la capacidad y el nivel de servicio de las vías de ingreso a la ciudad de Cajamarca, que forman parte de la Red Vial Nacional. Estas vías de ingreso son las rutas PE-3N Noreste y Sureste. Para llevar a cabo este estudio, se realizaron mediciones manuales de tráfico durante una semana, considerando el volumen de tráfico, la velocidad promedio, las características geométricas de las vías y la composición de los vehículos, tal como se indica en la metodología del HCM 2000. Como resultado, se determinó que las rutas tenían los siguientes niveles de servicio: D (operando

al 58% de su capacidad máxima), B (operando al 24% de su capacidad máxima), C (operando al 24% de su capacidad máxima) y A (operando al 17% de su capacidad máxima).

Internacionales:

Márquez Saldívar, Luis Fernando (México, 2013). Determinación del Nivel de Servicio en pasillos de acceso a las estaciones Perisur y Villa Olímpica del BRT - Metrobús. El propósito de este estudio es evaluar las condiciones operativas actuales de los pasillos de acceso peatonal a las estaciones de Metrobus de Perisur y Villa Olímpica, para determinar su nivel de servicio y proporcionar información de diseño para futuras instalaciones. Se aplicaron tanto el método HCM 2000 como la metodología del manual TCQSM, y se concluyó que el nivel de servicio de los pasillos se encuentra entre A y B, lo que indica que tienen suficiente capacidad para soportar el volumen de peatones.

Villarroel Eglimar, Cipriani Karla (Venezuela, 2016) Estudio de la Capacidad Vial y los Niveles de Servicio que Ofrece la Intersección Semaforizada Ruíz Pineda, Ubicada en la Parroquia Marhuanta, Ciudad Bolívar – Estado Bolívar. El objetivo de este estudio es evaluar la capacidad y el NdS de una intersección clave en la circulación de la ciudad Bolívar. La metodología utilizada se basó en el análisis operacional para intersecciones con semáforos del HCM 2000. Se llevaron a cabo estudios de volumen para los diferentes periodos y para la hora de máxima demanda en cada acceso de la intersección. Los resultados demostraron que muchos carriles de la intersección tienen una capacidad insuficiente para atender la demanda vehicular, lo que se traduce en un nivel de servicio deficiente en la intersección en general, lo que no satisface las necesidades de la ciudad.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. INTERSECCIÓN VIAL

Una intersección es una zona dentro de la infraestructura vial en la cual ocurre el cruce de dos o más vías, cuya principal función es permitir el intercambio de vías entre los usuarios que las utilicen.

Al mismo tiempo, es importante mencionar que tal como una intersección permite una mejor accesibilidad dentro del lugar en el que se encuentra, también es un punto crítico de conflictos de tránsito y congestión. Por tanto, es importante que los gobiernos de turno y las instituciones correspondientes gestionen y regulen el control de estas, de tal manera se trata de solucionar los problemas que surgen en las intersecciones más críticas de una ciudad.

Las intersecciones viales se dividen en dos grupos principales: Intersecciones a nivel e intersecciones a desnivel, para el caso de la presente investigación se define el concepto de una intersección a nivel.

- Intersección a nivel: Corresponde al tipo de intersección más común, puesto que todos los accesos a la misma se encuentran alineadas a un mismo nivel de referencia con respecto a la rasante de la carretera, para este tipo de intersecciones siempre se busca que la superficie que comparten los usuarios sea mínima, para evitar conflictos entre estos, por tanto, cuando la superficie compartida es muy grande se delimitan derivadores de tránsito, como, por ejemplo: bahía de giro.

2.2.2. FLUJO VEHICULAR

El tránsito vehicular es aquel que se origina debido al flujo de vehículos en cierta vía. Esto se ve afectado por determinados factores, entre ellos:

2.2.2.1. VELOCIDAD:

Es la razón entre la distancia que recorre el vehículo y el tiempo que demora en recorrer dicha distancia.

- Velocidad promedio de viaje: Es la relación entre la longitud de un segmento de carretera y la duración promedio de viaje de vehículos que transitan por la vía en cuestión, incluyendo el tiempo de las colas y demoras por cualquier motivo.

- Velocidad de flujo libre: Es la velocidad promedio sobre cierta vía, cuando esta contiene un volumen bajo y los vehículos van a una alta velocidad y sin restricciones de colas o demoras.
- Volumen de tránsito: Cantidad de vehículos que pasan por cierto punto durante un intervalo de tiempo determinado.
- Factor Hora Pico (FHP): Este factor representa cómo varía la circulación de tránsito en una hora. A su vez, es la relación existente entre el volumen de hora de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo ($q_{\text{máx}}$) que se presenta en el periodo determinado dentro de dicha hora (periodo de 15 min).

$$\text{FHP} = \text{VHMD} / q_{\text{máx}}$$
- Densidad: Cantidad de vehículos que ocupan determinado tramo de la vía en un instante determinado. (Veh/km)

2.2.3. FLUJO PEATONAL

Para calcular el flujo peatonal debemos tener en cuenta las siguientes variables:

2.2.3.1. VOLUMEN PEATONAL

El término "volumen peatonal" se refiere a la cantidad de peatones que pasan por un punto en un período de tiempo determinado. Es importante diferenciar entre volumen y demanda peatonales, ya que mientras en condiciones de flujo estable el volumen y la demanda de infraestructura son iguales, una vez que se alcanza la capacidad máxima, la demanda supera el volumen de tráfico. Esto se debe a que hay más personas que desean utilizar la infraestructura de las que pueden pasar por una sección transversal en el tiempo correspondiente.

2.2.3.2. VELOCIDAD DE CAMINATA:

Es la relación entre la distancia que camina el peatón y el tiempo que demora en hacerlo. Algunos factores que afectan esta variable son las condiciones climáticas, el estado de la infraestructura, condiciones físicas de los usuarios, tipo de zona, entre otros. (Guío Burgos F.A., Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos, 2009).

2.2.3.3. DENSIDAD PEATONAL:

Relación entre la cantidad de peatones que ocupan cierta área en un instante determinado.

2.2.3.4. ESPACIO PEATONAL:

Área promedio disponible para cada peatón en un instante determinado. (Guío Burgos F.A., Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos, 2009).

2.2.4. CALIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

La calidad de servicio dentro de una instalación vial se define como una medida cualitativa, la cual describe qué tan bien opera dicha instalación o cualquier otro servicio vial, visto desde la circunstancia de cualquier usuario. Dicha calidad se puede evaluar de diferentes maneras; como por ejemplo la medición de factores que son perceptibles para los usuarios e imprescindibles para los mismos, como lo son la velocidad de transporte o las demoras; también se puede evaluar mediante encuestas a los usuarios; y con la observación de servicios no percibidos directamente por los usuarios, como por ejemplo la distancia de visualización de señales verticales en una intersección.

A continuación, se muestran los factores que influyen en la calidad de servicio según el manual HCM 2010.

- Tiempo de viaje, velocidad de viaje y demora (colas)
- Número de señales de alto encontradas
- Maniobrabilidad
- Comodidad (considerado para cada tipo de usuario: peatón, ciclistas, choferes)
- Seguridad
- Costo de utilización de las vías
- Accesibilidad a las instalaciones o servicios de transporte
- Disponibilidad de información (mediante señales de tránsito, por ejemplo)

Después de explicar el concepto de calidad de servicio, podemos definir el nivel de servicio como una medida cuantitativa del desempeño de la calidad de servicio.

Se utilizan medidas de servicio para determinar el NdS de los componentes del sistema de transporte, y el manual HCM 2010 clasifica estos niveles de servicio en seis categorías, desde la A hasta la F. La categoría A representa las mejores condiciones operativas de las instalaciones viales, mientras que la categoría F representa las peores. A continuación, se

describe brevemente, las consideraciones a tomar para cada uno de los niveles de servicio (Referencia: Manual de Carreteras – Diseño geométrico DG 2018):

- Nivel de Servicio A: Representa una circulación a con un flujo de tránsito libre, cada uno de los usuarios que interactúan con la instalación vial en cuestión tienen una sensación de libertad al momento de transitar por las instalaciones, sin sentirse demorados o interrumpidos por algún otro de usuario presente en la instalación.
- Nivel de Servicio B: Se refiere a una circulación con flujo de tránsito estable, la cantidad de usuarios presentes en las instalaciones es mayor con respecto al nivel A y, por tanto, la sensación de libertad de tránsito se ve afectada en menor medida, existe además una ligera dificultad al momento de interactuar con los demás usuarios en las instalaciones viales correspondientes.
- Nivel de Servicio C: Se refiere a una circulación de rango estable, aun así, el nivel de calidad en las operaciones que perciben los usuarios se ve afectado de manera significativa, presentando una disminución de maniobrabilidad en las instalaciones viales.
- Nivel de Servicio D: Se refiere a una circulación con flujo de tránsito denso, aunque aún se considera de nivel estable, la maniobrabilidad que perciben los usuarios descende y no se siente un nivel de comodidad como en los niveles anteriores, a partir del presente nivel es que ocurren mayores incomodidades por los usuarios, especialmente por usuarios choferes y pasajeros de vehículos.
- Nivel de Servicio E: Se refiere a una circulación con flujo de tránsito prácticamente al límite de la capacidad correspondiente a la instalación en donde se opera, La velocidad y maniobrabilidad se ven considerablemente menguadas y se mantienen así por largos periodos de tiempo, por tanto, la comodidad, accesibilidad y maniobrabilidad que perciben los usuarios son de un nivel muy bajo. En el presente nivel, los usuarios sienten una mayor frustración en comparación al nivel D.
- Nivel de Servicio F: Se refiere a una circulación con flujo de tránsito que excede la capacidad de servicio que brinda la instalación, por ende, en el presente nivel se

producen las colas en intersecciones señalizadas y flujos de tránsito con irregularidad por largos periodos de tiempo. La sensación de los usuarios en las instalaciones viales es totalmente negativa y la frustración que dichos usuarios sienten excede a lo mencionado en cualquier otro nivel expuesto.

2.2.5. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL BASADO EN LA PERCEPCIÓN DEL PEATÓN:

Según NCHRP, tras realizar un análisis de la psicología del entorno físico, indicaron ciertos criterios de evaluación que influyen en la percepción del peatón respecto a la calidad de la infraestructura (2006), siendo algunos de estos:

Seguridad vial: Es el conjunto de normas o acciones necesarias para un adecuado funcionamiento del sistema, tanto del tránsito peatonal como vehicular. Esto incluye la señalización tanto vertical como horizontal, sean preventivas, reglamentarias o informativas.

- En diversos lugares de la ciudad, se observa la falta de mantenimiento de la señalética:
- Se despintan las señales horizontales impresas en la calzada, ocasionando que el conductor no reconozca el carril en el que se encuentra, el peatón no reconoce el pase peatonal, etc.
- Las señales verticales son golpeadas por buses u otros vehículos de gran tamaño que pasan muy cerca de la acera, ocasionando que no se observe dónde se encuentran los paraderos autorizados, donde no estacionarse, etc.
- Los semáforos tanto vehiculares como peatonales dejan de funcionar o están incorrectamente programados, y no siempre se cuenta con policía de tránsito que contribuya en la fluidez del tránsito.

Según Jean Doig, hay varios factores que influyen en la percepción del peatón sobre la seguridad vial, incluyendo la distancia lateral entre los peatones y el tráfico vehicular, el volumen y velocidad del tráfico, los tipos de vehículos que circulan y la presencia de entradas a estacionamientos o garajes (Lima, 2010).

Confort: A este punto podemos atribuirle aspectos ambientales y consideramos que es el punto más subjetivo. ¿Qué tan a gusto se siente el peatón al transitar por cierta vía? Esto se puede determinar mediante el entorno que rodea al usuario, sea el paisaje, los atractivos, o ciertos parámetros que hagan que el peatón se sienta a gusto y no requiera tomar un vehículo. Podemos incluir aquí la seguridad ciudadana, cuestión que influye en que muchos usuarios prefieran utilizar transporte (público o privado) en vez de caminar así sean tramos cortos.

Conveniencia: ¿Es mejor transitar a pie o tomar un vehículo? El usuario evalúa qué medio es mejor en cierto momento para transitar por cierta vía.

Eficacia: Muchos proyectos se han ejecutado si una correcta evaluación, por ello vemos que existen puentes peatonales que no son utilizados por los usuarios arriesgando sus vidas, o no esperan al cambio de luz verde (para el peatón) para cruzar las vías, etc. Por eso, no se trata de tener mayor cantidad de puentes peatonales o vehiculares u otros, sino de que estos sean eficaces y desempeñen una función fundamental en la fluidez del tránsito. Debemos mencionar también que se debe tener en cuenta la capacidad de la infraestructura vial, por ejemplo ¿Es conveniente colocar un puente peatonal en un lugar que, habiendo realizado un estudio, no transita gran cantidad de peatones por cierta vía?



Figura 4. *Peatones imprudentes cruzando la carretera*

Fuente: Juan Zuluaga, Sura Blog, 2015

2.2.6. TRANSPORTE SOSTENIBLE

El transporte o Movilidad sostenible es aquella que, durante el desplazamiento se busca reducir ciertos efectos como emisión de gases nocivos los cuales son producidos por transportes convencionales tales como buses, autos, etc. que usan ciertas sustancias que combustionan y liberan gases perjudiciales para el medio ambiente, por ende, para la salud. La movilidad sostenible también es beneficiosa ya que incita al usuario a realizar esfuerzo físico, por ejemplo, en los casos de caminar, movilizarse en bicicleta, scooter, etc. además, contribuye a reducir el tráfico vehicular, las largas esperas y con ello el estrés del usuario.

Ejemplos de movilidad sostenible:

- Caminar: Es la opción más beneficiosa para el ser humano siempre y cuando esté libre de objetos pesados y las distancias de viaje sean cortas y, principalmente, seguras. Caminar contribuye a mermas emisión de gases dañinos para el medio ambiente, así como también contribuye a mejorar la salud del ser humano.
- Bicicleta: Esta opción también es beneficiosa para la salud del ser humano más, a diferencia de caminar, el desplazamiento será mucho más rápido.
- Automóviles eléctricos: El uso de automóviles podría empezar a ser sostenible si este se comparte con mayor cantidad de personas en un viaje, y aun más si la energía con la que el auto se recargue sea renovable.

2.2.7. TRANSPORTE DE CARGA PESADA

Para la presente, es necesario también considerar la participación de los vehículos de carga pesada que puedan circular sobre las vías urbanas. Por tanto, según el Decreto de Alcaldía “Regulan la circulación de vehículos de transporte de carga y/o mercancías en Lima Metropolitana” (2019). Se tiene para el transporte de carga pesada que:

La tipología de camiones de carga pesada está dada de la siguiente manera:

- N1: Camiones hasta de 3.5 toneladas de peso bruto.
- N2: Camiones desde 3.5 hasta 12 toneladas de peso bruto.
- N3: Camiones de más de 12 toneladas de peso bruto.
- O3: Remolques desde 3.5 hasta 10 toneladas de peso bruto.
- O4: Remolques de más de 10 toneladas de peso bruto.

N1 (≤ 3.5 TON. PB)	N2 (≤ A 6.5 TON. PB)	N2 (≤ 12 TON. PB)	N3 (> 12 TON. PB)	O3 (> 3.50 TON. ≤ 10 TON. PB)	O4 (> 10 TON. PB)
					

Imágenes referenciales

Figura 5. Tipos de camiones de carga pesada

Fuente: Decreto de Alcaldía N° 011 – Lima Metropolitana

La circulación de vehículos de Transporte de Carga y/o Mercancías en las vías no consideradas como Red Vial de carga (en el artículo 3 del decreto referido en el párrafo anterior), debe realizarse de acuerdo con las siguientes condiciones teniendo en cuenta su categoría y en los siguientes horarios:

Tabla 1. Condiciones de circulación de camiones de carga pesada

CATEGORIA VEHICULAR	CLASIFICACION VIAL	HORARIOS DE CIRCULACION** LUNES A SABADO	FECHA DE APLICACIÓN
N1 N2 (≤ 6.5 Ton)	Vías expresas*, arteriales, colectoras y locales	24 horas	10.09.2019
N2 (≤ a 12 Ton)	Vías arteriales	24 horas	10.09.2019
	Vías colectoras	De 10:00 a 17:00 y de 21:00 a 06:30	4.11.2019
N3 / O3 / O4	Vías arteriales	De 10:00 a 17:00 y de 21:00 a 06:30	4.11.2019

(*) No incluye la vía expresa metropolitana Paseo de la República

(**) Las prohibiciones del artículo 3 no se reflejan en el cuadro.

Fuente: Decreto de Alcaldía N° 011 – Lima Metropolitana

2.2.8. TIPOLOGÍA DE VÍAS DE TRÁNSITO

Dentro de la investigación se tendrá en cuenta los tipos de vías que corresponden a los accesos de la intersección y alrededores, por tanto, según el Reglamento del Sistema Vial Metropolitano (2022), se tienen los siguientes tipos de vías:

a. Vía Expresa Nacional/Regional:

Contribuyen a la integración de la Red Metropolitana de Lima con el resto del país, así como también a transportar pasajeros y carga de forma interprovincial. Estos tipos de vías soportan un mayor volumen de vehículos los cuales circulan a alta velocidad ininterrumpidamente. Pueden transitar vehículos livianos, pesados, de transporte interprovincial, regional, nacional e internacional. No se permite el transporte público metropolitano de pasajeros ni vehículos menores sean motorizados o no motorizados, de dos o tres ruedas excepto en carriles especiales.

b. Vía Expresa Metropolitana:

Estas sirven al área urbana metropolitana, únicamente para el tránsito de paso. también soportan gran volumen de vehículos que se desplazan a alta velocidad ininterrumpidamente. No está permitido el transporte público de pasajeros, a menos que las estaciones estén especialmente diseñadas y ubicadas para que el usuario pueda transitar libremente, ni transporte de vehículos menores motorizados o no motorizados de dos o tres ruedas.

c. Vías Semi Expresas

Estas vías tienen características de las vías expresas sin embargo poseen ciertas limitaciones. Deben contar con separador central, calzadas de servicio y calzadas principales, estas últimas servirán al tránsito de paso con circulación ininterrumpida e intersecciones a desnivel, o al mismo nivel siempre y cuando se encuentren debidamente semaforizadas. Aquí está permitido el transporte público de pasajeros a través de carriles especiales y paraderos adecuadamente diseñados. No se permite transporte de carga (salvo autorización) ni la circulación de vehículos menores motorizados o no motorizados de dos o tres ruedas, excepto en carriles especiales.

d. Vías Arteriales:

Son aquellas que, sirviendo también principalmente al tránsito de paso, llevan grandes volúmenes de tránsito entre áreas principales de generación de tránsito y a velocidades medias de circulación. Usualmente las intersecciones de las Vías Arteriales con otras vías principales deben considerarse a nivel, contando con un sistema de semaforización, aunque a grandes distancias pueden requerirse pasos a desnivel y/o intercambios viales que garanticen una mejor velocidad de circulación.

Por su condición, las Vías Arteriales sirven fundamentalmente al transporte público debidamente autorizado, el cual debe desarrollarse preferentemente por buses. Permiten la circulación de cualquier tipo de vehículo. Las Vías Arteriales deberán tener preferentemente vías de servicio laterales para el acceso a las propiedades, pudiendo en todo caso, contar con carriles laterales adicionales. En las áreas centrales u otras sujetas a limitaciones de sección, podrán no tener vías de servicio.

e. Vías Colectoras Interdistritales

Cumplen la función colectora y unen varios distritos, o resultan principales por su longitud y ubicación. Llevan el tránsito desde un sector urbano hacia las vías arteriales y/o vías expresas. El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas en los cruces con vías arteriales y otras vías colectoras. Pueden servir también al transporte público de pasajeros debidamente autorizado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, el cual debe contar con paraderos especialmente diseñados. Se permite la circulación de todo tipo de vehículos.

f. Vías Colectoras Distritales

Estas tienen la función colectora al interior de un distrito o en tramos de poca longitud. Llevan el tránsito desde un sector urbano hacia las vías Colectoras Interdistritales, vías Arteriales y/o vías Expresas. Sirven tanto al tránsito de paso como al de acceso a las propiedades adyacentes.

El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas en los cruces con otras vías. Pueden servir también al transporte público de pasajeros debidamente autorizado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, el cual debe

contar con paraderos especialmente diseñados. Se permite la circulación de todo tipo de vehículos.

2.2.9. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO - SEMÁFOROS

Según el manual de dispositivos de control de tránsito, los semáforos son dispositivos que regulan y controlan el tránsito a través de luces color rojo, amarillo y verde. Los mecanismos más importantes de un semáforo son los siguientes:

- a. Unidad de control: Es un mecanismo que, previa programación, controla los cambios de emisión de las señales luminosas. Las unidades de control procesan la información que generan los detectores para establecer tiempos que se ajusten a las necesidades de la intersección. Su clasificación es la siguiente:
 - Tiempo fijo: Ninguna fase del ciclo es activa por el tránsito.
 - Semi-accionado: Algunas de las fases de la intersección se activan por el tránsito.
 - Totalmente accionado: Todas las fases de la intersección se activan por el tránsito.
- b. Detectores: Son dispositivos que registran ciertas variables del tránsito como volumen, velocidad, presencia de vehículos, sentido de circulación, tipo de tránsito, intervalos o brechas, y otros. Los detectores de uso común para semáforos accionados por el tránsito son de presión, magnéticos y video-detección.

Tipos de semáforo: De acuerdo con los mecanismos de su operación y su forma de control, los semáforos se clasifican en:

- a. Semáforos para vehículos:
 - Semáforos fijos o pre sincronizados: Cuentan con una programación de intervalos y secuencia de fases preestablecidos que no son 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: El funcionamiento de estos semáforos 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: También llamados Semáforos Inteligentes, son aquellos cuyo funcionamiento es ajustado continua y automáticamente en todos los

accesos a una intersección, de acuerdo con 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.

- b. Semáforos para peatones: Son aquellos que regulan el paso de los usuarios peatonales en las intersecciones de vías urbanas. Solo cuentan con las luces roja y verde y los ciclos de estos están determinados por el paso de los vehículos en la instalación vial donde se encuentren.

- c. Semáforos especiales
 - Semáforos de destellos o intermitente
 - Semáforos para regular el uso de carriles
 - Semáforos para paso de vehículos de emergencia
 - Semáforos para indicar la aproximación de trenes
 - Semáforos para regular el uso de carriles de peaje

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Highway Capacity Manual 2010 (HCM):** El Manual de capacidad de carreteras es la normativa americana más relevante al momento de diseñar y revisar los conceptos ligados a las instalaciones viales, como las intersecciones en el presente caso, En cada uno de sus volúmenes posee la información correspondiente al cálculo del Nivel de Servicio para cada tipo de vía (autopistas, carreteras, intersecciones, segmentos de vía, etc.).

- **Intersección urbana señalizada:** Una intersección representa el cruce de dos o más accesos en la red vial y si este cruce se ubica en una zona urbanizada, pasa a ser una intersección urbana. Por otro lado, una intersección señalizada tiene elementos que restringen el libre tránsito en la intersección de forma sincronizada para permitir el correcto pase de vehículos y peatones que la utilicen

- **Acceso:** Representa a la parte de las vías que se encuentran inmediatamente cercas a una intersección y cuya dirección de tránsito está dada hacia esta, para una intersección de dos avenidas, existen cuatro accesos.
- **Volumen de tránsito:** Se refiere a las cantidades de vehículos y peatones que utilizan las instalaciones viales en un determinado periodo de tiempo (por lo general se miden por cada hora), la unidad de medida de estos son veh/h y peatón/h respectivamente. Está ligado directamente al conteo de vehículos o peatones, llamado también aforo.
- **Velocidad de aproximación:** Es la velocidad a la que los vehículos que van a entran a una intersección se acercan, se puede medir en campo y variará en función a la cantidad de vehículos que estén llegando a una intersección y las colas que se generen.
- **Capacidad:** La capacidad de una instalación vial se define como la cantidad máxima de vehículos o peatones que puede soportar por un determinado periodo de tiempo.
- **Grado de Saturación:** Es la razón entre los aforos y la capacidad (medidas en modos vehicular o peatonal), por tanto, determina qué tan congestionada se encuentra una instalación vial en función a lo que puede aguantar; mientras el valor de grado de saturación más se acerque a la unidad, más congestionada se encuentra en dicho periodo de análisis.
- **Velocidad de diseño:** Corresponde a la máxima velocidad que podrá mantener un vehículo par que se pueda desplazar por una instalación vial manteniendo la seguridad de este. Por ende, todos los accesos de una intersección tienen una velocidad de diseño intrínseca desde su construcción.
- **Demora:** Se compara la velocidad de diseño de los accesos de una intersección y la velocidad real a la que los vehículos la cruzan (debido a los demás usuarios de la

vía, señalización o diversos elementos, la velocidad real será menor que la de diseño). La demora representa el tiempo adicional que surge a raíz de esta diferencia de velocidades al momento de que un vehículo cruza la instalación vial.

- **Calidad de servicio:** Se define como una medida cualitativa, la cual describe qué tan bien opera una instalación vial o cualquier otro servicio de transporte, todo esto visto desde la perspectiva de los usuarios (peatón, conductor, ciclista).
- **Nivel de servicio vehicular:** Es la cuantificación de la calidad de servicio vehicular en una instalación vial, se define en rangos de mayor a menor calidad con las letras A hasta F. Los principales datos que determinan el nivel de servicio son las demoras y el grado de saturación.
- **Nivel de servicio peatonal:** Es la cuantificación de la calidad de servicio peatonal en una instalación vial, se define en rangos de mayor a menor calidad con las letras A hasta F. Los principales datos que determinan el NdS son las demoras y los puntajes de nivel de servicio.
- **Puntaje de nivel de servicio peatonal:** Evalúa el desempeño de un pase peatonal, para su cálculo se tienen en cuenta conceptos ligados a las áreas de circulación peatonal y los tiempos de demora en la intersección.
- **Área de circulación de la esquina:** Se refiere al área donde los peatones mientras esperan a cruzar en la esquina de una intersección.
- **Área de circulación del paso peatonal:** Se refiere al espacio destinado a los peatones para cruzar la calle en una intersección
- **Simulación de tránsito:** Es una herramienta de diseño vial que sirve para poder evaluar y analizar de forma anticipada, cómo es que funcionará una instalación vial (intersecciones, carreteras, etc.). Asimismo, se pueden utilizar las simulaciones de tránsito para evaluar la situación actual de cualquier instalación vial. Para esto se requieren utilizar datos como los aforos, cantidad y longitud de carriles, velocidades de diseño, etc.

- **Movimientos y fases:** Un movimiento dentro de una instalación vial es cualquier maniobra que realicen los usuarios, ya sean giros a la izquierda o derecha o movimientos directos en una intersección. Una fase es la sistematización de estos movimientos, hecha de tal forma que exista armonía entre los movimientos que se realicen en una intersección.

- **Grupos de movimientos:** Si un giro solo puede realizarse a través de carriles exclusivos y no se comparte el mismo carril para girar y avanzar recto, se considera como un grupo de movimientos.

- **Tasa de Flujo:** La determinación de este concepto se basa en el análisis de movimientos de giro que se realizan en carriles exclusivos, asignándose la tasa de flujo a un grupo de movimiento específico. Para el cálculo, se considera la cantidad de vehículos que realizan un giro a la derecha en una intersección señalizada, mientras el semáforo indica luz roja para esa dirección, dividido por el periodo de tiempo que se haya establecido para el análisis.

- **Ciclo semafórico:** Es el tiempo que transcurre desde el cambio de luces en un grupo semafórico hasta que se repita la misma situación, por lo general corresponde a la secuencia de maniobras totales en semáforos que estén interconectados.

CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES

La presente investigación tiene como enfoque elaborar un diagnóstico del Nivel de Servicio de los modos peatonal y vehicular de la intersección entre las avenidas Primavera y Velasco Astete (incluyendo los accesos a las mismas), mediante la metodología establecida por la normativa HCM 2010; y evaluar los datos obtenidos con las mediciones de campo para poder proponer una mejora del NdS en dicha intersección.

A su vez, los datos obtenidos se evaluarán en el software Synchro 11.0 para poder obtener un resultado con una mayor exactitud, que facilite la elaboración de una intervención en el diseño vial existente y que servirá como apoyo para futuras investigaciones en el ámbito vial. De este modo, se puede contribuir con la mejora del planeamiento y diseño vial para intersecciones en zonas urbanas con un alto grado de tránsito vehicular y peatonal.

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL

El rediseño geométrico de las vías peatonales y vehiculares de los accesos a la intersección de la Av. Primavera y Av. Velasco Astete basado en la normativa “Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (2005)”, logra una mejora en el nivel de servicio total de la intersección, calculado por la metodología del Highway Capacity Manual (HCM 2010)

3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El conteo de vehículos (y su discretización en privados, públicos y pesados), peatones y demás datos necesarios para la investigación determina que en la intersección en cuestión existe un Nivel de Servicio que no es suficiente para los usuarios; cuyo análisis parte de la normativa HCM 2010. Por tanto, los niveles de servicio tanto peatonal como vehicular varían entre D y E.
- La consideración de los anchos de la ciclovía existente en la intersección no afecta de forma considerable al cálculo del Nivel de Servicio general.
- El rediseño geométrico de anchos de carriles y bermas, logra una mejora en los niveles de servicio de los modos peatonal y vehicular de la intersección. El nivel de servicio con la propuesta variará entre B y C.

3.2. VARIABLES

3.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Nivel de Servicio: Es la cuantificación de la calidad de servicio que ofrece la intersección de estudio, esta variable está ligada directamente a los conceptos de percepción por parte de los usuarios, dependiendo estos de factores como la velocidad, tiempos de demora, comodidad al transportarse, seguridad, transitabilidad, etc. Los conceptos principales para poder determinar el nivel de servicio en una intersección están determinados por indicadores medibles en campo a tiempo real, siendo que cada intersección tenga un nivel de servicio distinto.

3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular: En base a los resultados de Nivel de Servicio para los modos vehicular y peatonal de la intersección, se puede determinar si dicha instalación vial puede mejorar. Para ello el rediseño geométrico de las vías o diseño de estructuras que permiten mejorar el nivel de servicio es relevante para el objeto de estudio. Los conceptos a tener en cuenta para esta propuesta de mejora son: los espacios y tiempos de demoras de los usuarios, la

percepción de calidad de los mismos y la calidad de flujo vehicular y peatonal propuesto.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 2. Operacionalización de variables

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
GENERAL	Variable Independiente: Nivel de Servicio	Grado de satisfacción del usuario.	Es la medida de la calidad del flujo de tránsito y la percepción por parte de los usuarios, dependiendo de factores como velocidad, tiempo, comodidad, seguridad, etc.	Intensidad de tráfico	Nivel de Servicio A-F	no aplica	Intervalo
				Velocidad de Flujo	Relacion entre la distancia que recorre el usuario y el tiempo que tarda.	km/h	Intervalo
				Tiempos de cruce promedio	Tiempo	seg	Intervalo
ESPECÍFICO	Variable Dependiente: Propuesta de Mejora del Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular	Proyecto o idea destinado a resolver el problema	Rediseño de vías y dispositivos de control de tránsito según "Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 - VCHI", que permitirán mejorar el nivel de servicio tanto peatonal como vehicular, calculado con normativa HCM 2010.	Espacio y tiempo disponible para el usuario.	Velocidad de operación vehicular / peatonal; Espacio peatonal Volumen de servicio	km/h o m/min; m ² /peatón; peatón/min/m	Intervalo
				Características geométricas en sección transversal	Número de carriles/ Anchos / Bermas	cant. / m	Intervalo
				Calidad del flujo vehicular y peatonal	Flujo Vehicular / Peatonal	veh/h/carril ; peatones/h	Intervalo

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 3. Matriz de consistencia

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACIÓN
GENERAL	¿Cómo se mejoraría el nivel de servicio vehicular y peatonal en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Con una propuesta de rediseño geométrico, se Mejorará el Nivel de Servicio Vehicular y Peatonal en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima,	Mediante el rediseño geométrico de las vías peatonales y vehiculares de la Av. Primavera y Av. Velasco Astete, Mejorará el Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular de la intersección	Variable Independiente: Nivel de Servicio peatonal y vehicular	Intensidad de tráfico	Indicadores A-F	Cuantitativa
					Velocidad de Flujo	km/h	
					Tiempos de cruce promedio	seg	
ESPECÍFICO	¿Cómo influyen los vehículos en el cálculo del Nivel de Servicio de la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Evaluar el nivel de servicio vehicular actual utilizando metodología basada en el HCM 2010	La discretización de los Vehículos privados, públicos y pesados que operen en la intersección y alrededores, permite un cálculo certero del Nivel de Servicio Vehicular	Variable Dependiente: Propuesta de Mejora del Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular	Grados de saturación vehiculares / demoras vehiculares	Porcentajes cuantitativos / seg.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
	¿Cómo influyen los peatones en el cálculo del Nivel de Servicio de la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Evaluar el nivel de servicio peatonal actual utilizando metodología basada en el HCM 2010	La consideración de los cruces demoras de peatones en la intersección, permite un cálculo certero del Nivel de Servicio Peatonal.		Demoras peatonales / Puntajes del Nivel de Servicio Peatonal	Seg. / Indicadores cuantitativos	Experimental
	¿De que manera los anchos de carril de ciclovía afectan al Nivel de Servicio Vehicular y Peatonal en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Evaluar los anchos de carril de la ciclovía existente, según la normativa "Manual de Diseño de Infraestructura Ciclo-Inclusiva 2017"	La consideración de los anchos de la ciclovía existente en la intersección no afecta de forma considerable al cálculo del Nivel de Servicio general.		Ancho de carril	metros	
	¿De qué manera se rediseñará el ancho de los carriles y bermas para la mejora del Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Presentar la propuesta de mejora en diseño geométrico en anchos carriles y bermas, en base a la normativa "Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 - VCHI"	El rediseño geométrico de los anchos carriles y bermas necesarios logrará una mejora en el Nivel de Servicio general en la intersección.		Anchos de carriles / bermas	metros	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: MATERIALES Y MÉTODO

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

La zona que será evaluada para el cálculo del NdS vehicular y peatonal es la intersección entre las avenidas Primavera y Velasco Astete, Santiago de Surco – Lima. A continuación, se presentan sus características geométricas principales:



Figura 6. Vista de planta – Accesos de la intersección

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Acceso N°1

Es representado por el acceso en dirección oeste – este de la Av. Primavera (la cual es la av. Principal de la presente intersección) tiene seis (06) carriles distribuidos de la siguiente manera (Ver anexo B – plano V-04 – corte B-B):

- Un (01) carril de giro exclusivo a la izquierda, que viene de una bahía de giro naciente a 80 m aproximadamente medido desde la intersección. Dicho carril tiene un ancho de 2.40 m.
- Tres (03) carriles directos, todos con anchos de 2.80 m. Terminando esos carriles, existe un separador central, que divide a los carriles descritos anteriormente con los últimos dos.
- Un carril directo, que actualmente funciona exclusivamente para el tránsito de ciclistas. Dicho carril tiene un ancho de 2.80 m.
- Finalmente, un (01) carril directo compartido con giro a la derecha. Con un ancho de 2.80 m.

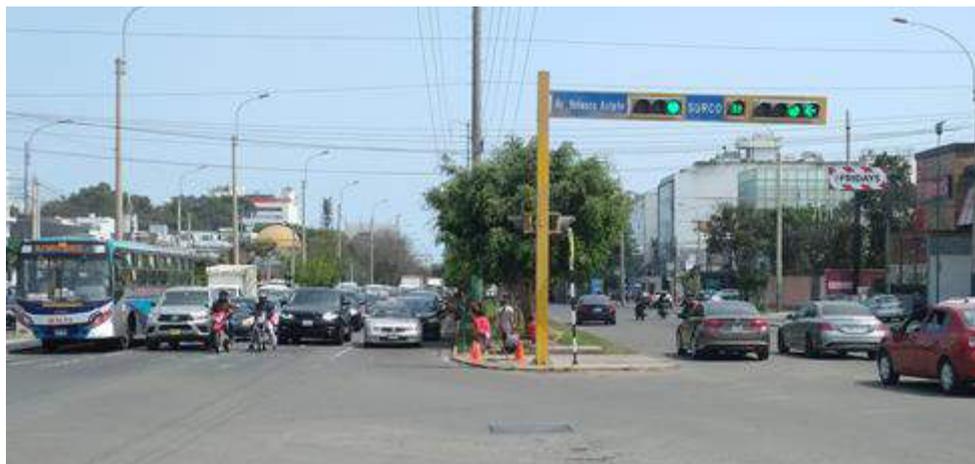


Figura 7. Vista transversal – Acceso N°1

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Acceso N°2

Es representado por el acceso en dirección este – oeste de la Av. Primavera, tiene seis (06) carriles distribuidos de la siguiente manera (Ver anexo B – plano V-04 – corte A-A):

- Un (01) carril de giro exclusivo a la izquierda, que viene de una bahía de giro naciente a 80 m aproximadamente medido desde la intersección. Dicho carril tiene un ancho de 2.40 m.

- Un (01) carril directo compartido con giro a la izquierda. Con un ancho de 2.80 m.

- Dos (02) carriles directos, todos con anchos de 2.80 m. Terminando esos carriles, existe un separador central, que divide a los carriles descritos anteriormente con los últimos dos.

- Un (01) carril directo, con ancho de 2.80 m.

- Finalmente, un (01) carril directo compartido con giro a la derecha. Con un ancho de 2.80 m.



Figura 8. Vista transversal – Acceso N°2

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Acceso N°3

Es representado por el acceso en dirección norte – sur de la Av. Velasco Astete, tiene tres (03) carriles distribuidos de la siguiente manera (Ver anexo B – plano V-05 – corte C – C):

- Un (01) carril de giro exclusivo a la izquierda, que viene de una bahía de giro naciente a 80 m aproximadamente medido desde la intersección. Dicho carril tiene un ancho de 2.80 m.
- Un (01) carril directo, con ancho de 2.80 m.
- Finalmente, un (01) carril directo compartido con giro a la derecha. Dicho carril tiene ancho de 2.80 m.



Figura 9. Vista transversal – Acceso N°3

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Acceso N°4

Es representado por el acceso en dirección sur – norte de la Av. Velasco Astete, tiene tres (03) carriles distribuidos de la siguiente manera:

- Dos carriles directos, con ancho de 2.80 m.
- Luego, un (01) carril de giro exclusivo a la derecha. Dicho carril tiene ancho de 2.80 m.



Figura 10. Vista transversal – Acceso N°4

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Pasos peatonales

- El paso peatonal N°1 corresponde al paso peatonal alineado a la Av. Primavera en dirección O – E, en total se cruzan 6 carriles pertenecientes a ambas direcciones de la Av. Velasco Astete.
- El paso peatonal N°2 corresponde al paso peatonal alineado a la Av. Primavera en dirección E – O, en total se cruzan 6 carriles pertenecientes a ambas direcciones de la Av. Velasco Astete.

- El paso peatonal N°3 corresponde al paso peatonal alineado a la Av. Velasco Astete en dirección N – S, en total se cruzan 11 carriles pertenecientes a ambas direcciones de la Av. Velasco Astete.
- El paso peatonal N°4 corresponde al paso peatonal alineado a la Av. Velasco Astete en dirección S – N, en total se cruzan 11 carriles pertenecientes a ambas direcciones de la Av. Velasco Astete.

4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación, es de tipo cuantitativa y en relación con la naturaleza aplicativa en la que se basa tiene como principal diseño a la metodología Descriptiva – Explicativa, debido a que se evaluarán los datos correspondientes a un espacio y periodo de tiempo en concreto.

Las etapas que seguir para la realización de la presente investigación comprenden: la descripción de las características técnicas y metodología a utilizar para el cálculo del Nivel de Servicio, la medición de este en la zona correspondiente, el dimensionamiento y modulación de las características viales, la evaluación y verificación del Nivel de Servicio en la intersección y la propuesta de una alternativa de mejora para la misma.

Con respecto a la etapa de descripción de características técnicas y metodología, se utilizarán los conceptos, fórmulas y consideraciones con el manual HCM 2010 como base principal, adaptando dichos conceptos a las unidades métricas utilizadas en nuestro país (en los cuales sean correspondientes), esta etapa es totalmente descriptiva.

Para el desarrollo de la medición del nivel de servicio en la intersección correspondiente se van a observar y contabilizar todos los datos necesarios que se explican dentro de la etapa descrita anteriormente y para ello se utilizarán fichas de conteo presentadas como anexos en la presente investigación, esta etapa es de carácter exploratoria.

Para la etapa del dimensionamiento y modulación de las características viales de la intersección se utilizará el software Synchro 11, dentro del cual se introducirán los datos recopilados en campo y mediante la compatibilización de los procesos del software con

los procedimientos descritos del manual HCM 2010, se determinará el nivel de servicio en la intersección.

En la etapa de evaluación y verificación del nivel de servicio calculado, se verificará si los resultados obtenidos de la etapa anterior cumplen con lo establecido en la normativa utilizada, de esa manera se puede tener un panorama exacto para proponer una mejora.

Finalmente, la etapa de propuesta de mejora para el nivel de servicio comprende la presentación de resultados, y las alternativas que se deben adoptar para obtener una mejora en el nivel de servicio, manteniendo como principal objetivo la infraestructura vial de dicha intersección.

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Según Bisquerra (2009), la población se refiere al grupo de individuos sobre los cuales se busca extender los resultados obtenidos de una investigación.; dicho eso, se procede a realizar los conteos para obtener a la población (cantidad de peatones y vehículos que transitan por el cruce en los periodos de análisis), para ello se han elaborado distintas fichas de conteo para organizar la información correspondiente para el cálculo de NdS peatonal y vehicular, dichas fichas se presentarán a lo largo del presente capítulo y a su vez, se mostrará el desglose de cada una de las mediciones realizadas, en los anexos de la presente investigación.

Según lo mencionado en el subcapítulo 4.4.1. de la presente, el tipo de análisis que se utilizará en la investigación es el operacional, utilizando la mayor cantidad de datos disponibles para los cálculos, la cantidad de horas utilizadas para la medición fue de 16 horas en total para ambos modos (peatonal y vehicular).

Por lo tanto, para la toma de datos se procede a contabilizar la información cuantificable que serán ingresados en el software de apoyo para el cálculo del NdS vehicular y lo datos que se introducirán en las fórmulas para el cálculo del nivel de servicio peatonal, siendo estos datos los siguientes:

- Aforo vehicular: Se contabiliza el número de vehículos ligeros y pesados que acceden a la intersección en cada una de las direcciones. Asimismo, la cantidad de buses que se detienen en la intersección a dejar.

- Aforo peatonal: Se contabiliza el número de personas que transitan por los pasos peatonales en cada uno de los accesos de la intersección durante el período de análisis. Considerando las demoras que estos presenten durante las fases del ciclo semafórico.
- Ciclo semafórico: Se contabilizan los tiempos totales y efectivos de los semáforos en cada uno de los accesos a la intersección. Se busca obtener con esta medición el ciclo total de la intersección.
- Datos geométricos: Se contabilizan las medidas en planta de cada uno de los carriles y aceras correspondientes a la intersección.
- Tiempos de llegada: Se calcula un promedio del tiempo en el cual los vehículos llegan a la intersección

A continuación, se muestran los resúmenes de las mediciones realizadas, considerando el periodo de 4 horas más representativo para el cálculo de los niveles de servicio (los datos totales se presentan en los anexos correspondientes):

Nota para los aforos vehiculares: Los vehículos contados como vehículos pesados, fueron de los tipos N1 y N2 en su totalidad, se supuso dicha situación debido al horario que manejan dichos tipos de vehículos.

4.3.1. AFOROS VEHICULARES

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR										 UNMSM <small>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</small> <small>Universidad del Perú. Decrota de Honor.</small>	
INFORMACIÓN GENERAL											
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño						Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:	-						Año de análisis:	2022			
Tiempo de análisis:	4 horas						Fecha:	21 de mayo			
DATOS - AFORO VEHICULAR											
Acceso:	AV. PRIMAVERA						Dirección:	O - E			
Periodo de Análisis	Tipos de Vehículos										
	Vehículos Ligeros			Buses					Vehículos Pesados		
	L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R	
1	3:00 - 3:15 pm	72	338	43	1	23	0	8	8	13	1
	3:15 - 3:30 pm	79	351	42	0	19	0	5	4	7	0
	3:30 - 3:45 pm	80	337	38	1	20	0	5	3	7	1
	3:45 - 4:00 pm	75	343	40	1	19	1	4	1	6	0
	Sub Total	306	1369	163	3	81	1	22	16	33	2
2	4:00 - 4:15 pm	70	330	40	1	19	0	7	9	12	0
	4:15 - 4:30 pm	62	348	39	0	20	1	4	4	8	0
	4:30 - 4:45 pm	68	339	44	0	22	0	5	1	5	1
	4:45 - 5:00 pm	71	341	38	1	18	0	3	6	4	0
	Sub Total	271	1358	161	2	79	1	19	20	29	1
3	5:00 - 5:15 pm	131	288	45	1	20	0	7	4	7	0
	5:15 - 5:30 pm	128	358	28	0	15	0	5	9	3	1
	5:30 - 5:45 pm	130	331	44	1	16	0	5	3	4	1
	5:45 - 6:00 pm	120	320	41	0	17	0	3	1	6	0
	Sub Total	509	1297	158	2	68	0	20	17	20	2
4	6:00 - 6:15 pm	161	330	45	2	12	0	3	4	13	0
	6:15 - 6:30 pm	129	346	25	1	27	1	5	6	9	0
	6:30 - 6:45 pm	133	392	41	1	14	0	2	4	6	0
	6:45 - 7:00 pm	120	362	39	0	16	1	2	1	7	1
	Sub Total	543	1430	150	4	69	2	12	15	35	1
S*	Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros										

Figura 11. Control de Aforo vehicular – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR											
INFORMACIÓN GENERAL											
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño						Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:	-						Año de análisis:	2022			
Tiempo de análisis:	4 horas						Fecha:	21 de mayo			
DATOS - AFORO VEHICULAR											
Acceso:	AV. PRIMAVERA						Dirección:	E - O			
Periodo de Análisis	Tipos de Vehículos										
	Vehículos Ligeros			Buses				Vehículos Pesados			
	L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R	
1	3:00 - 3:15 pm	48	342	22	0	16	0	4	1	10	0
	3:15 - 3:30 pm	74	346	19	0	19	0	5	2	7	3
	3:30 - 3:45 pm	60	340	20	1	18	0	4	1	8	0
	3:45 - 4:00 pm	58	351	17	0	20	0	3	1	5	1
	Sub Total	240	1379	78	1	73	0	16	5	30	4
2	4:00 - 4:15 pm	63	360	26	1	15	0	3	0	7	0
	4:15 - 4:30 pm	63	343	18	0	12	0	5	1	10	0
	4:30 - 4:45 pm	56	361	24	0	13	0	4	0	6	1
	4:45 - 5:00 pm	70	354	22	0	18	0	1	0	4	1
	Sub Total	252	1418	90	1	58	0	13	1	27	2
3	5:00 - 5:15 pm	71	369	17	1	12	0	4	1	8	0
	5:15 - 5:30 pm	84	358	24	1	23	0	6	0	8	2
	5:30 - 5:45 pm	81	362	10	1	21	1	5	1	4	0
	5:45 - 6:00 pm	77	363	19	0	17	0	4	1	6	1
	Sub Total	313	1452	70	3	73	1	19	3	26	3
4	6:00 - 6:15 pm	87	360	27	0	20	0	5	1	7	0
	6:15 - 6:30 pm	97	367	17	0	13	0	2	0	11	0
	6:30 - 6:45 pm	78	385	14	0	14	0	3	1	2	1
	6:45 - 7:00 pm	82	371	19	2	18	1	4	0	5	0
	Sub Total	344	1483	77	2	65	1	14	2	25	1
S*	Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros										

Figura 12. Control de Aforo vehicular – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR												
INFORMACIÓN GENERAL												
Tesis:		Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:		Paul Laurente - Brigitte Niño				Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete				
Institución:		-				Año de análisis:		2022				
Tiempo de análisis:		4 horas				Fecha:		21 de mayo				
DATOS - AFORO VEHICULAR												
Acceso:		AV. VELASCO ASTETE				Dirección:		N - S				
Periodo de Análisis		Tipos de Vehículos										
		Vehículos Ligeros			Buses				Vehículos Pesados			
		L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R	
1	3:00 - 3:15 pm	21	50	29	1	0	0	0	0	0	0	1
	3:15 - 3:30 pm	29	68	25	0	0	0	0	0	0	2	3
	3:30 - 3:45 pm	27	66	21	1	1	0	0	1	1	0	0
	3:45 - 4:00 pm	23	70	20	0	2	0	0	1	2	2	2
	Sub Total	100	254	95	2	3	0	0	2	5	6	6
2	4:00 - 4:15 pm	30	55	30	1	0	0	0	0	1	0	0
	4:15 - 4:30 pm	25	52	25	0	1	0	0	2	1	0	0
	4:30 - 4:45 pm	26	60	31	0	0	1	1	1	0	1	1
	4:45 - 5:00 pm	21	49	29	0	1	0	0	0	1	0	0
	Sub Total	102	216	115	1	2	1	1	3	3	1	1
3	5:00 - 5:15 pm	31	51	38	1	1	0	0	2	0	1	1
	5:15 - 5:30 pm	31	58	48	0	1	0	0	0	0	1	1
	5:30 - 5:45 pm	22	46	36	0	2	0	0	1	1	0	0
	5:45 - 6:00 pm	26	50	30	0	1	0	0	1	1	1	1
	Sub Total	110	205	152	1	5	0	0	4	2	3	3
4	6:00 - 6:15 pm	24	67	43	2	1	0	0	0	0	1	1
	6:15 - 6:30 pm	26	80	35	0	0	0	0	1	0	1	1
	6:30 - 6:45 pm	29	66	42	0	0	0	0	0	1	0	0
	6:45 - 7:00 pm	30	71	39	1	0	1	0	2	1	0	0
Sub Total	109	284	159	3	1	1	0	3	2	2	2	
S*		Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros										

Figura 13. Control de Aforo vehicular – Avenida Velasco N – S

Fuente: Elaboración propia

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR											
INFORMACIÓN GENERAL											
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño					Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete				
Institución:	-					Año de análisis:	2022				
Tiempo de análisis:	4 horas					Fecha:	21 de mayo				
DATOS - AFORO VEHICULAR											
Acceso:	AV. VELASCO ASTETE					Dirección:	S - N				
Periodo de Análisis	Tipos de Vehículos										
	Vehículos Ligeros			Buses				Vehículos Pesados			
	L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R	
1	3:00 - 3:15 pm	43	112	17	0	4	0	2	1	2	1
	3:15 - 3:30 pm	50	107	10	0	1	0	0	0	0	0
	3:30 - 3:45 pm	48	113	15	1	2	1	0	1	3	0
	3:45 - 4:00 pm	42	118	13	0	2	0	0	0	5	1
	Sub Total	183	450	55	1	9	1	2	2	10	2
2	4:00 - 4:15 pm	50	55	15	1	0	1	1	0	1	0
	4:15 - 4:30 pm	41	52	16	0	1	0	0	0	1	0
	4:30 - 4:45 pm	38	60	13	0	0	0	0	0	0	1
	4:45 - 5:00 pm	32	49	14	1	1	0	0	0	1	0
	Sub Total	161	216	58	2	2	1	1	0	3	1
3	5:00 - 5:15 pm	39	98	16	0	2	0	0	1	4	0
	5:15 - 5:30 pm	37	101	14	0	0	0	0	2	1	1
	5:30 - 5:45 pm	40	82	17	0	2	0	1	1	1	0
	5:45 - 6:00 pm	38	89	18	0	1	1	0	0	2	0
	Sub Total	154	370	65	0	5	1	1	4	8	1
4	6:00 - 6:15 pm	34	95	27	1	3	0	1	2	1	1
	6:15 - 6:30 pm	45	91	24	1	2	0	1	1	0	0
	6:30 - 6:45 pm	36	95	24	0	2	0	0	0	0	0
	6:45 - 7:00 pm	32	94	25	1	1	0	0	0	1	0
Sub Total	147	375	100	3	8	0	2	3	2	1	
S*	Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros										

Figura 14. Control de Aforo vehicular – Av. Velasco Astete S – N

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. CICLO SEMAFÓRICO

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE DATOS				UNMSM UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
INFORMACIÓN GENERAL				
Tesis	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima			
Encargado:	Brigitte Niño - Paul Laurente	Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Año de análisis:	2022	
Tiempo de análisis:	-	Fecha:	21 de Mayo	
DATOS - CICLO SEMAFÓRICO (tiempo en segundos)				
Ciclo Semafórico Vehicular - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
1	Av. Primavera	VERDE	45	54
		ÁMBAR	4	4
		ROJO	112	104
		GIRO IZQ	45	54
Ciclo Semafórico Vehicular - Norte / Sur				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			N - S	S - N
2	Av. Velasco Astete	VERDE	24	35
		ÁMBAR	4	4
		ROJO	129	121
		GIRO IZQ	24	35
Ciclo Semafórico Peatonal - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
3	Av. Primavera	VERDE	45	54
		ROJO	112	104
Ciclo Semafórico Peatonal - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
4	Av. Velasco Astete	VERDE	24	35
		ROJO	129	121

Figura 15. Control del Ciclo Semafórico

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. DATOS GEOMÉTRICOS

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE DATOS GEOMÉTRICOS							 UNMSM <small>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</small> <small>Carretera del Perú, Cercas de Asentamiento</small>		
INFORMACIÓN GENERAL									
Tesis:		Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima							
Encargado:		Paul Laurente - Brigitte Niño			Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete		
Institución:		Univ. Nacional Mayor de San Marcos			Año análisis:		2022		
Tiempo de análisis:		-			Fecha:		21 de Mayo		
DIMENSIONES DE LOS ACCESOS									
Nro	Acceso	Dirección	Según tipos de carril					Anchos de carril (m)	Total (m)
			Giro a la derecha	Compartido giro a la derecha	Directos	Compartido giro a la izquierda	Giro a la izquierda		
1	Av. Primavera	E - O	0					2.8	0.0
				1				2.8	2.8
					3			2.8	8.4
						1		2.8	2.8
							1	2.4	2.4
			Total						
2	Av. Primavera	O - E	0					2.8	0.0
				1				2.8	2.8
					3			2.8	8.4
						1		2.8	2.8
							1	2.4	2.4
			Total						
3	Av. Velasco Astete	N - S	0					2.8	0.0
				1				2.8	2.8
					1			2.8	2.8
						0		2.8	0.0
							1	2.8	2.8
			Total						
4	Av. Velasco Astete	S - N	1					2.8	2.8
				0				2.8	0.0
					1			2.8	2.8
						1		2.8	2.8
							0	2.8	0.0
			Total						

Figura 16. Control de Datos Geométricos

Fuente: Elaboración propia

4.4. PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

4.4.1. GENERALIDADES DEL ANÁLISIS

Según la metodología HCM 2010, existen tres tipos de análisis para el cálculo del nivel de servicio para este tipo de intersecciones: Operacional, de diseño y de ingeniería preliminar – planeamiento; siendo el nivel operacional el que tiene la aplicación más detallada y requiere mayor cantidad de información sobre tráfico, geometría y condiciones de señalización, y es este tipo de análisis que se utilizará para la presente tesis. Por tanto, todos los datos necesarios según este tipo de análisis adoptado serán descritos en el ítem 4.2. y 4.4. para los modos vehicular y peatonal respectivamente.

Un concepto adicional es el periodo de estudio, este es el intervalo de tiempo representado por la evaluación del desempeño de la intersección y consiste en uno o más periodos de análisis. Este concepto se utilizará en la presente tesis en la medición de toda la información cuantificable que se requiera para el cálculo del nivel de servicio; según la metodología HCM 2010, el periodo de estudio está basado en que las condiciones de tráfico son estables durante cada periodo de análisis elegido, por esta razón los rangos de los periodos de análisis son de 15 min a 1 hora.

4.4.2. MOVIMIENTOS Y FASES

Para facilitar la codificación de los movimientos vehiculares y peatonales dentro de la intersección y que estos se utilizarán a lo largo de todo el presente capítulo, se asignan números a cada uno de los movimientos (siendo los que tienen la letra “P” para movimientos peatonales), como se muestra en la figura 3. Cabe resaltar que dicha codificación está basada en la metodología HCM 2010,

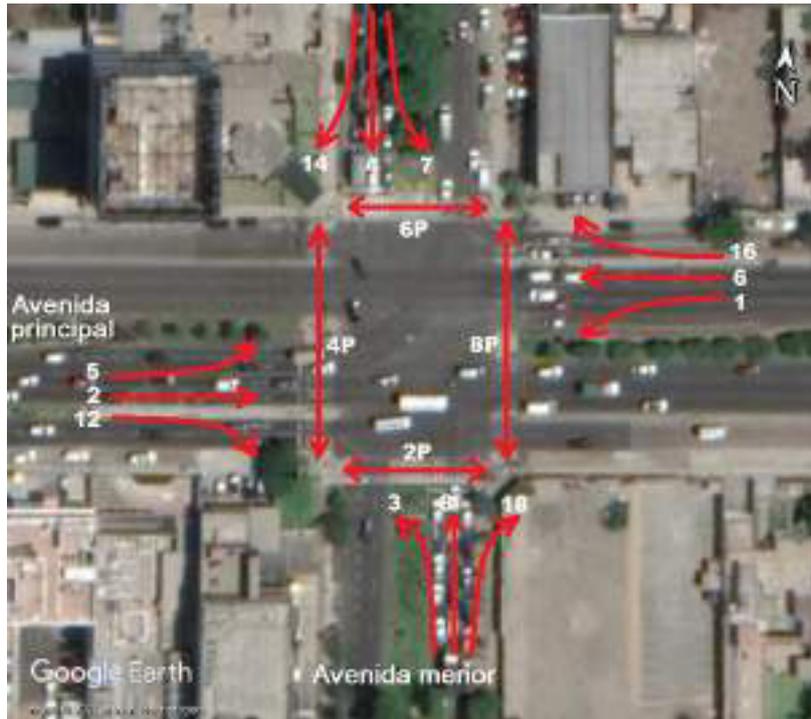


Figura 17. Movimientos y esquemas de numeración en una intersección

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

Estos movimientos suceden de manera simultánea dentro de la intersección, y la combinación de los movimientos que pueden suceder al mismo tiempo están dentro de las “fases” de movimiento que se tomarán en cuenta en los ítems posteriores.

4.4.3. VARIABLES DE ENTRADA - FLUJOS DE GRUPOS DE CARRILES

A continuación, se muestran las variables que se utilizarán para el cálculo del flujo de grupos de carriles, en el procedimiento integral del cálculo del Nivel de Servicio; cabe resaltar que dichas variables serán utilizadas con mayor detenimiento en el ítem 4.2.3. de la presente Tesis.

N_l = Número de carriles en grupo exclusivo de carriles - giro a la izquierda

N_{sl} = Número de carriles en grupo compartido de carriles – directo y con giro a la izquierda

N_t = Número de carriles en grupo exclusivo de carriles – directo

N_{sr} = Número de carriles en grupo compartido de carriles – directo y con giro a la derecha

N_r = Número de carriles en grupo exclusivo de carriles - giro a la derecha

N_{lr} = Número de carriles en grupo compartido de carriles – con giro a la izquierda y derecha

v_{lt} = Tasa de flujo de demanda – giro a la izquierda (veh/h)

v_{th} = Tasa de flujo de demanda – directo (veh/h)

v_{rt} = Tasa de flujo de demanda – giro a la derecha (veh/h)

v_l = Tasa de flujo de demanda en grupo de carriles exclusivo con giro a la izquierda (veh/h/carril)

v_{sl} = Tasa de flujo de demanda en grupo de carriles compartido directo y con giro a la izquierda (veh/h)

v_t = Tasa de flujo de demanda en grupo de carril exclusivo – directo (veh/h/carril)

v_{sr} = Tasa de flujo de demanda en grupo de carriles compartido directo y con giro a la derecha (veh/h)

v_r = Tasa de flujo de demanda en grupo de carril exclusivo – giro a la derecha (veh/h/carril)

v_{lr} = Tasa de flujo de demanda en grupo de carriles compartido con giro a la izquierda y derecha (veh/h)

$v_{sl,lt}$ = Tasa de flujo de giro a la izquierda en grupos de carriles compartidos (veh/h/carril)

$v_{sr,rt}$ = Tasa de flujo de giro a la derecha en grupos de carriles compartidos (veh/h/carril)

s_l = Tasa de flujo de saturación en grupo de carril exclusivo – giro a la izquierda, con funcionamiento permitido (veh/h/carril)

s_{sl} = Tasa de flujo de saturación en grupo de carril compartido – directo y con giro a la izquierda, con funcionamiento permitido (veh/h/carril)

s_t = Tasa de flujo de saturación en grupo de carril exclusivo – directo (veh/h/carril)

s_{sr} = Tasa de flujo de saturación en grupo de carril compartido – directo y con giro a la derecha, con funcionamiento permitido (veh/h/carril)

s_r = Tasa de flujo de saturación en grupo de carril exclusivo – giro a la derecha, con funcionamiento permitido (veh/h/carril)

s_{lr} = Tasa de flujo de saturación en grupo de carril compartido – giro a la izquierda y derecha (veh/h/carril)

s_{th} = Tasa de flujo de saturación en grupo de carril exclusivo – directo (veh/h/carril)

g_p = Tiempo efectivo de luz verde para movimientos permitidos de giro a la izquierda (s)

g_f = Tiempo antes de que llegue el primer vehículo que gira a la izquierda y bloquee los carriles compartidos (s)

g_u = Duración del tiempo permitido en luz verde para girar a la izquierda durante el cual no hay ningún bloqueo por colas opuestas (s)

A continuación, se muestra una ilustración a modo de referencia, que facilita la comprensión de las variables mencionadas en los párrafos anteriores:

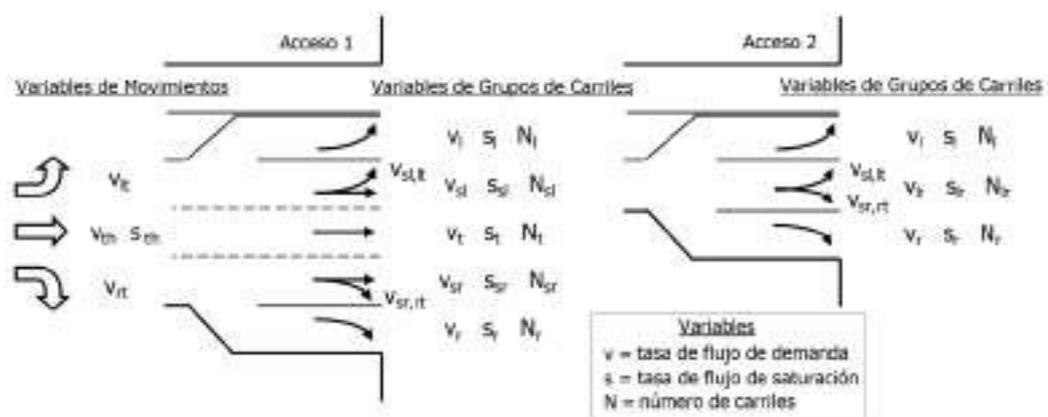


Figura 18. Variables de Entrada para la Tasa de Flujo de Grupos de Carriles

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 4: Applications Guide”, 2010

4.5. CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR

Para intersecciones urbanas señalizadas, como es el caso de la presente, el cálculo del nivel de servicio vehicular se determina siguiendo la metodología en 10 procedimientos del Highway Capacity Manual 2010 (HCM), teniendo como principales variables a determinar la tasa de capacidad, volumen – capacidad y el retraso generado en la intersección; a continuación, se muestra un flujograma que facilita la comprensión del proceso que se seguirá.

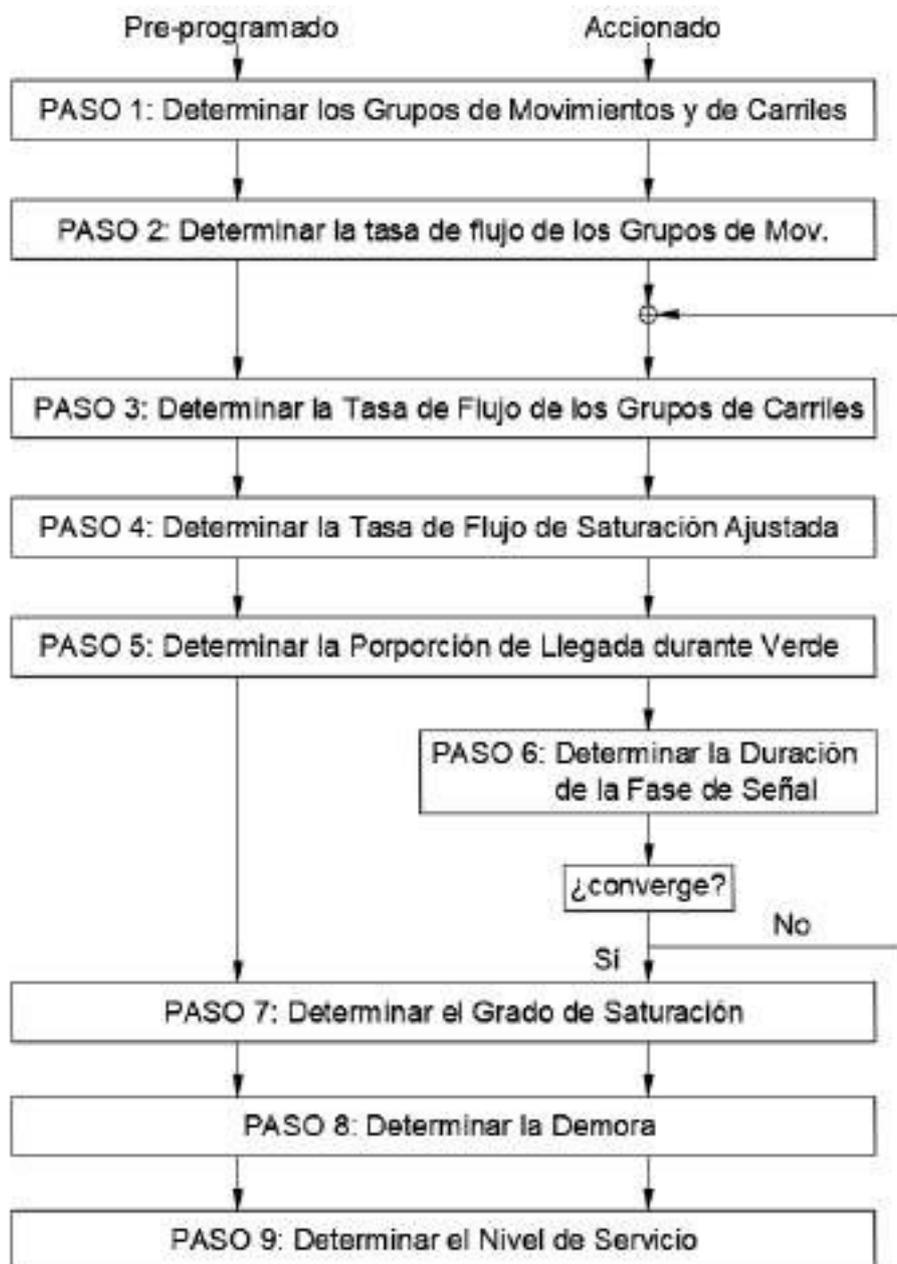


Figura 19. Metodología Vehicular de Nivel de Servicio para Intersecciones Señalizadas

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

4.5.1. DETERMINAR LOS GRUPOS DE MOVIMIENTOS Y CARRILES

Para las intersecciones señalizadas, como es el caso del presente estudio, se utilizan los conceptos de grupos de movimiento y carriles para describir y evaluar las operaciones dentro de la intersección, aunque de manera general son conceptos similares, sus diferencias surgen cuando hay un carril compartido en un acceso con dos o más carriles.

Por ende, se tiene en cuenta:

- Si un giro se realiza a través de uno o más carriles exclusivos y no se comparte el mismo carril con otros movimientos, entonces se considera un grupo de movimiento.
- Los carriles que no se asignan a grupos por lo mencionado anteriormente deben ser combinados en un grupo de movimiento.

La idea de los grupos de carriles resulta útil en situaciones en las que hay un acceso con dos o más carriles compartidos. Algunos pasos en este proceso requieren información sobre si los carriles compartidos se utilizan de forma simultánea o funciona solo como carril de giro exclusivo. Para determinarlo, es necesario conocer la proporción de giros. Si la proporción es igual a 1.0, se considera que el carril compartido funciona exclusivamente como carril de giro.

Para establecer los grupos de carriles dentro de una intersección se tiene en cuenta:

- Se debe designar un carril exclusivo que de vuelta a la izquierda como un grupo de carriles independientes. Se repite la situación para la derecha.
- Cualquier carril compartido y cualquiera que no sea de giro exclusivo debe designarse como un grupo de carril separado.

Estas consideraciones resultan en que el nombramiento de una o más posibilidades de grupos de carriles para la intersección sea posible, entonces se tiene carriles de tipo:

- Exclusivo para dar vuelta a la izquierda
- De paso exclusivo (o carriles)
- Exclusivo para dar vuelta a la derecha
- De paso y giro a la izquierda compartido
- De giro a la izquierda y a la derecha compartidos
- De giro a la derecha y carril directo compartidos
- De giro a la izquierda, directo y a la derecha compartidos.

4.5.2. DETERMINAR LA TASA DE FLUJO DE LOS GRUPOS DE MOVIMIENTOS

La tasa de flujo de los grupos de movimientos se determina teniendo en cuenta lo siguiente: Si un movimiento de giro ocurre en uno o más carriles exclusivos y no en carriles compartidos, entonces la tasa de flujo de ese movimiento se asigna a un grupo de movimiento. Cualquier otro flujo de movimiento en los accesos a la intersección que aún no se haya asignado, deberá considerarse en uno de los grupos de movimiento.

La “Tasa de Flujo de Giro a la Derecha en Rojo” es un concepto que según el Manual HCM 2010 se define como la cantidad de vehículos que giran a la derecha en una intersección señalizada, cuando el semáforo indica rojo para dicha dirección, y esto, dividido por un periodo de análisis, nos da como resultado una expresión de tasa de flujo por hora. Esta tasa se debe restar a la tasa de flujo de giro a la derecha, independientemente de si el giro a la derecha se produce desde un carril compartido o exclusivo. En una intersección, el número de giros a la derecha en rojo se debe determinar con la observación en el campo.

4.5.3. DETERMINAR LA TASA DE FLUJO DE LOS GRUPOS DE CARRILES

En una intersección señalizada, si no hay carriles compartidos en los accesos a la intersección o si solo hay un carril, entonces la correspondencia entre los grupos de movimiento y los grupos de carriles es directa, lo que significa que las tasas de flujo son iguales. Sin embargo, si hay otros casos, las tasas de flujo de los grupos de carriles deben calcularse según los procedimientos descritos en el Manual HCM 2010. En la intersección que estamos estudiando, hay tanto carriles exclusivos como compartidos para el giro, lo que significa que se deben tener en cuenta ciertas consideraciones para determinar las tasas de flujo de los grupos de carriles:

- Cuando un conductor se acerca a la intersección, su criterio principal para optar por un carril es la comodidad de movimiento, por tanto, si los carriles exclusivos en el acceso a la intersección están despejados para poder realizar el movimiento necesario en dicha intersección, entonces el conductor optará a ir por el carril que minimice su tiempo de servicio, esta decisión está influenciada totalmente por la cantidad de vehículos que se pueden encontrar en cola en dicha situación.

- Como resultado de este proceso de selección de carriles por parte de los conductores, cada línea tendrá en promedio un mismo tiempo de servicio, este principio está representado matemáticamente haciendo que las tasas v/s (vehículos/tiempo) sean iguales entre los carriles de acceso alternativos. De esta representación se deriva la siguiente ecuación:

$$\frac{v_i}{s_i} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{th}} v_i}{\sum_{i=1}^{N_{th}} s_i}$$

Donde:

- v_i = Tasa de flujo de demanda en el carril “i” (veh/h/carril)
- s_i = Tasa de flujo de saturación en el carril “i” (veh/h/carril)
- N_{th} = Número de carriles directos (Exclusivos o compartidos) (carril)

Teniendo en cuenta lo mencionado con anterioridad, a continuación, se muestra el procedimiento para calcular la tasa de flujo de los grupos de carriles:

- Estimar el equivalente de Vehículos directos modificado

Para este equivalente se tienen 3 factores, para los movimientos de giro a la izquierda. Estos factores se muestran a continuación mediante las siguientes ecuaciones:

$$E_{L,m} = (E_L - 1)P_{lc} + 1$$

$$E_{L1,m} = \left(\frac{E_{L1}}{f_{Lpb}} - 1 \right) P_{lc} + 1$$

$$E_{L2,m} = \left(\frac{E_{L2}}{f_{Lpb}} - 1 \right) P_{lc} + 1$$

$$P_{lc} = 1 - \left(\left[2 \frac{v_{app}}{s_{lc}} \right] - 1 \right)^2 \geq 0.0$$

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

Donde:

- $E_{L,m}$ = Número de vehículo de paso modificado para vehículo en giro protegido a la izq.
- $E_{L1,m}$ = Número de vehículo de paso modificado para vehículo permitido en giro a la izquierda
- E_L = Número de vehículos de paso para vehículos en giros protegidos a la izq. (=1.05)
- E_{L1} = Equivalente de vehículos de paso para vehículo permitido en giro a la izquierda
- $E_{L2,m}$ = Número de vehículo de paso modificado para vehículo permitido en giro a la izquierda cuando se opone a una cola en el carril de acceso
- E_{L2} = Número de vehículos de paso para vehículo permitido en giro a la izquierda cuando se opone a una cola en el carril de acceso
- P_{lc} = Probabilidad de cambio de carril entre los carriles de acceso directos
- v_{app} = tasa de flujo de demanda promedio por carril directo (flujo arriba de cualquier bahía de giro en el acceso) (veh/h/carril)
- s_{lc} = Tasa de flujo máxima en la cual puede ocurrir un cambio de carril = $3.6/t_{lc}$ (veh/h/carril)
- t_{lc} = Avance de convergencia crítico = 3.7 s

b. Estimar la tasa de flujo de los grupos de carriles compartidos

Para estimar esta tasa se requiere una estimación inicial de la tasa de flujo de demanda por cada movimiento de tránsito en cada grupo de carriles compartidos. Para el carril compartido que da servicio a los vehículos de giro a la izquierda y paso directo, la tasa de flujo de giro a la izquierda en el carril compartido $v_{sl,lt}$ se estima inicialmente como 0.0 veh/h, y la tasa de flujo total del grupo de carriles v_{sl} se estima igual a la tasa de flujo promedio por v_{app} de carril directo. Para el carril compartido que da servicio a los vehículos de giro a la derecha, la tasa de flujo de giro a la derecha en el carril compartido $v_{sr,rt}$ se estima en 0,0 veh/h, y la tasa de flujo total del grupo de carriles v_{sr} se estima igual a la tasa de flujo promedio por carril pasante v_{app} . Estas estimaciones se actualizan en el paso posterior.

- c. Cálculo de la tasa de flujo de grupos de carriles exclusivos

Esta tasa v_l se calcula mediante la siguiente ecuación, las variables fueron previamente definidas.

$$v_l = \frac{v_{lt} - v_{sl,lt}}{N_l} \geq 0.0$$

Para estimar la tasa de flujo de demanda en grupos exclusivos de carriles con giro a la derecha (v_r) se procede de manera similar. Y la tasa de flujo de los grupos exclusivos de carriles directos se calcula con la siguiente ecuación:

$$v_t = \frac{v_{th} - (v_{sl} - v_{sl,lt}) - (v_{sr} - v_{sr,rt})}{N_t} \geq 0.0$$

- d. Cálculo de la proporción de giros en grupos de carril compartidos

Se calcula de la siguiente manera:

$$P_L = \frac{v_{sl,lt}}{v_{sl}} \leq 1.0$$

Donde P_L es la proporción de los vehículos con giro a la izquierda en el carril compartido. Luego, sustituyendo $v_{sr,rt}$ por $v_{sl,lt}$ y v_{sr} por v_{sl} en la ecuación anterior se produce una estimación de la proporción de los vehículos con giro a la derecha en el carril compartido (P_R)

- e. Cálculo de la tasa de flujo de saturación para grupos de carriles

Se calcula utilizando las siguientes dos ecuaciones:

$$S_{sl} = \frac{S_{th}}{g_p} \left(g_f + \frac{g_{diff}}{1 + P_L[E_{L2,m} - 1]} + \frac{\min[g_p - g_f, g_u]}{1 + P_L[E_{L12,m} - 1]} + \frac{3600 n^*_s f_{ms} f_{sp}}{S_{th}} \right)$$

$$n_s^* = \begin{cases} \frac{P_L}{1 - P_L} (1 - P^{n_{s_L}}) & \text{si } P_L < 0.999 \\ n_s P_L & \text{si } P_L \geq 0.999 \end{cases}$$

Donde g_{diff} es el tiempo de servicio suplementario (s), n_s^* es número esperado de zapatillas por ciclo en un carril de giro a la izquierda compartido, f_{ms} es el factor de ajuste para el bloqueo de carriles tránsito abajo, f_{sp} es el factor de ajuste para las colas sostenidas y las demás variables tal como se definieron anteriormente.

A continuación, se presenta la ecuación para el cálculo de la tasa de flujo de saturación en los grupos de carril compartidos con giro a la derecha y directos.

$$S_{sr} = \frac{S_{th}}{1 + P_R(E_{R,m} - 1)}$$

Donde P_R es la proporción de los vehículos con giro a la derecha en el carril compartido. La tasa de flujo de saturación para los grupos de carriles directos en un carril exclusivo se calcula de la siguiente forma:

$$S_t = S_{th} f_s$$

Donde f_s es el factor de ajustamiento de los carriles con mov. directos que están en servicio en un acceso, con grupos de carriles compartidos con giro a la izquierda y directos (= 1.0 si $N_{sl} = 0$; en cualquier otro caso es 0.91).

f. Cálculo de la tasa de flujo

La tasa de flujo para el acceso de la intersección en cuestión se calcula mediante la siguiente ecuación (las variables mostradas fueron descritas con anterioridad en la presente tesis).

$$y^* = \frac{v_l N_l + v_{sl} N_{sl} + v_t N_t + v_{sr} N_{sr} + v_r N_r + v_{lr} N_{lr}}{s_l N_l + s_{sl} N_{sl} + s_t N_t + s_{sr} N_{sr} + s_r N_r + s_{lr} N_{lr}}$$

g. Cálculo de la tasa de flujo revisada para grupos de carril

Se calcula de la siguiente manera:

$$v_l = s_l y^*$$

De manera similar, la tasa de flujo de demanda para los otros grupos de carril es estimada multiplicando y^* (TdF) por la tasa de saturación correspondiente de cada grupo de carril.

h. Cálculo de la tasa de flujo de giro en movimientos en grupos de carril compartidos y directos

La tasa de flujo de demanda con giro a la izquierda en el grupo de carriles compartidos se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$v_{sl,lt} = v_{lt} - v_l \geq 0.0$$

A su vez, se puede calcular la tasa de demanda con giro a la derecha en el grupo de carriles compartidos sustituyendo $v_{sl,lt}$ por $v_{sr,rt}$, v_{lt} por v_{rt} y v_l por v_r .

La tasa de flujo de demanda en cada grupo compartido se compara ahora con la tasa estimada en el paso b. Si estos difieren por menos de 0.1 veh/h, entonces el procedimiento está completo y las tasas de flujo estimadas en los pasos g y h representan la mejor estimación de la tasa de flujo para cada grupo.

Si no se cumple lo mencionado en el párrafo anterior con respecto a las tasas de flujo de demanda, entonces los cálculos deben repetirse, comenzando desde el paso c. Sin embargo, para esta iteración, las tasas de flujo calculadas en los pasos g y h deben ser usadas en la nueva secuencia de cálculo. Por tanto, los cálculos están completos cuando las tasas de flujo usadas al comienzo del paso c difieren de las obtenidas en el paso h por menos de 0.1 veh/h.

4.5.4. DETERMINAR LA TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN AJUSTADA

El paso anterior proporcionó la tasa de flujo de saturación, que se utilizará como punto de partida en este siguiente paso. En esta ocasión, la tasa de flujo de saturación que se calculará será llamada "ajustada", ya que se ajustará con varios factores específicos de la intersección en cuestión.

Este proceso se usa en grupos de carriles que incluyen uno o más carriles exclusivos, y que funcionan en un modo protegido preestablecido sin interacciones directas con ciclistas o peatones.

A continuación, se muestra la ecuación utilizada para calcular la tasa de flujo de saturación ajustada por carril para un grupo de carriles en cuestión, cabe resaltar que cada elemento es un factor de ajuste para la tasa de flujo:

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

Donde, los factores de ajuste son los siguientes:

- s = Tasa de flujo de saturación ajustada (veh/h/carril)
- s_o = Tasa base de flujo de saturación (pc/h/carril)
- f_w = Por ancho del carril
- f_{HV} = Por vehículos pesados en el flujo de tránsito
- f_g = Por pendiente del acceso
- f_p = Ajuste por presencia de un carril de estacionamiento sobre y adyacentes a un grupo de carril
- f_a = Por el tipo de área
- f_{LU} = Por el uso del carril
- f_{LT} = Por vehículos que giren a la izquierda en un grupo de carril
- f_{RT} = Por vehículos que giren a la derecha en un grupo de carril
- f_{Lpb} = Ajuste peatonal por grupos de giro a la izquierd
- f_{Rpb} = Ajuste peatonal – ciclista por grupos de giro a la derecha

Los factores de ajuste de la lista anterior son descritos a continuación:

a. Tasa base de flujo de saturación

Este valor base representa la tasa de flujo promedio esperada para un carril con condiciones geométricas y de tránsito que corresponden a un valor de 1.0 para cada

uno de los valores de ajuste. Por lo general, se selecciona una tasa base para representar todas las intersecciones señalizadas en la jurisdicción que le corresponde a la intersección en cuestión.

b. Ajuste por ancho de carril

El factor de ajuste por ancho de carril f_w se utiliza para revelar el impacto negativo que tienen los carriles angostos con respecto a la tasa de flujo de saturación y en cuanto se permite una mayor tasa de flujo en carriles anchos.

Tabla 4. Factores de ajuste por ancho de carril

Ancho promedio de carril (m)	Factor de ajuste (f_w)
< 3.0 (a)	0.96
$\geq 3.0 - 4.0$	1.00
> 4.0	1.04

(a) Los factores se aplican para anchos de carril promedio de 2.5 m o más

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

Los carriles promedio tienen 3.6 m de ancho, y para anchos de carriles mayores a 4.8 m se puede usar el factor con precaución. Cabe resaltar que, en cualquier situación de análisis, esta debe reflejar la forma en que se utilice el ancho de carril; y en nunca se debe utilizar este factor con carriles de ancho menores a 2.5 m.

c. Ajuste por vehículos pesados

El factor de ajuste de vehículos pesados f_{HV} tiene en cuenta el espacio que es ocupado por dichos vehículos en la intersección y accesos, y la diferencia que tienen estos con los vehículos ligeros en sus capacidades operativas. Los valores del presente factor se calculan con la siguiente ecuación:

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

Donde, P_{HV} es el porcentaje de vehículos en el grupo de movimientos correspondiente y E_T es el número equivalente de vehículos directos por cada vehículo pesado = 2.0.

d. Ajuste por pendiente

Muestra los efectos de la pendiente que tienen los accesos a la intersección en el desempeño de los vehículos. Se calcula así:

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

P_g es la pendiente del acceso para el grupo de movimiento correspondiente (%). Este factor funciona para pendientes de - 6.0% hasta + 10.0%. Una pendiente cuesta arriba es positivo y cuesta abajo negativo.

e. Ajuste por estacionamiento

El factor de ajuste por estacionamiento f_p considera el efecto que produce un carril de estacionamiento en el flujo en el grupo de carriles adyacentes al carril estacionamiento. También tiene en cuenta el bloque ocasional de los vehículos que entran y salen de los espacios de estacionamiento. Si en la intersección y accesos no hay estacionamientos, entonces el factor tendrá un valor de 1.0. Si hay un estacionamiento presente, entonces el valor del factor se calcula de la siguiente forma:

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

Donde, N_m es la tasa de maniobras de estacionamiento adyacente al grupo de carriles (maniobras/h), y N es el número de carriles en el grupo de carriles. El mínimo valor para el presente factor es 0.050.

f. Ajuste por bloqueo de buses

El factor de ajuste por bloqueo de buses f_{bb} tiene en cuenta el impacto que genera el tránsito local de buses que se detienen para embarcar o recoger pasajeros en una zona cercana o lejana dentro de los 76.0 m de la línea de parada, los valores para este factor se calculan con la siguiente ecuación:

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

Donde, N es el número de carriles en el grupo de carriles y N_b es la tasa de paro de buses en el acceso (buses/h). Este factor debería ser utilizado solo cuando los buses detenidos bloquean el flujo de tránsito en el grupo de carril correspondiente. El factor usado aquí asume un tiempo de bloqueo promedio de 14.4 s durante el periodo de luz verde.

g. Ajuste por tipo de área

El factor de ajuste por tipo de área f_a representa la ineficiencia de las intersecciones en los distritos centrales de comercio en relación con las de otros lugares. Cuando se utiliza tiene un valor de 0.90.

El uso de este factor debe determinarse en cada caso de estudio, y no es necesario utilizarlo para todas las áreas de mayor comercio, en su lugar, se debe usar en áreas donde el diseño geométrico, flujos de tránsito de vehículos o de peatones sean tales que aumentan entre vehículos.

h. Ajuste por uso de los carriles

El factor de ajuste por el uso de los carriles es utilizado para estimar la tasa de flujo de saturación por un grupo de carriles con más de un carril exclusivo. Si el grupo de carriles tiene solo un carril compartido o un carril exclusivo, entonces el factor es 1.0.

i. Ajuste por giros a la derecha

El factor de ajuste por giros a la derecha f_{RT} pretende reflejar los efectos que generan los giros a la derecha en la geometría dentro de la tasa de flujo de saturación. El valor de este factor se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde, E_R es el número de vehículos con movimientos directos en un giro a la derecha protegido (=1.18).

j. Ajuste por giros a la izquierda

El factor de ajuste por giros a la izquierda f_{LT} pretende reflejar los efectos que generan los giros a la izquierda en la geometría dentro de la tasa de flujo de saturación. El valor de este factor se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde, E_L es el número de vehículos directos en un giro protegido a la izquierda (=1.18).

k. Ajuste por peatones y ciclistas

Para peatones y ciclistas, el ajuste está basado en el concepto de la zona de conflicto ocupada, en la cual se cuentan los conflictos entre vehículos girando, peatones y ciclistas.

4.5.5. DETERMINAR LA PROPORCIÓN DE LLEGADA DE VEHÍCULOS DURANTE EL VERDE

La forma en que se gestiona el tiempo de espera y el tamaño de las filas en las intersecciones con señales depende en gran medida de la proporción de vehículos que llegan cuando la señal está en verde o rojo. Si una gran cantidad de vehículos llegan cuando la señal está en verde, es probable que haya demoras y filas más cortas. Esto se expresa en términos matemáticos a través de la siguiente ecuación:

$$P = R_p (g/C)$$

Dichas variables están previamente definidas. Esto requiere una medición del tiempo efectivo de la luz verde g y la longitud de un ciclo C . Estos valores se obtienen en un periodo de preevaluación.

4.5.6. DETERMINAR LA DURACIÓN DE FASE DE SEÑAL

Depende del tipo de control utilizado en el cruce. Si la intersección utiliza un control anticipado, la duración de la fase se establece como un valor de entrada y este proceso se salta.

La duración de una fase actuante se compone de cinco periodos de tiempo. Lo cual se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$D_p = l_1 + g_s + g_e + Y + R_c$$

Donde:

- D_p = Duración de fase (s)
- l_1 = Tiempo perdido de puesta en marcha = 2.0 (s)
- g_s = Tiempo de servicio en cola (s)
- g_e = Tiempo de extensión de verde (s)
- Y = Intervalo de cambio a ámbar (s)
- R_c = Intervalo de tiempo en rojo (s)

A continuación, se muestra un gráfico que facilita la comprensión entre las variables de la anterior ecuación, utilizando un polígono de acumulación de cola.

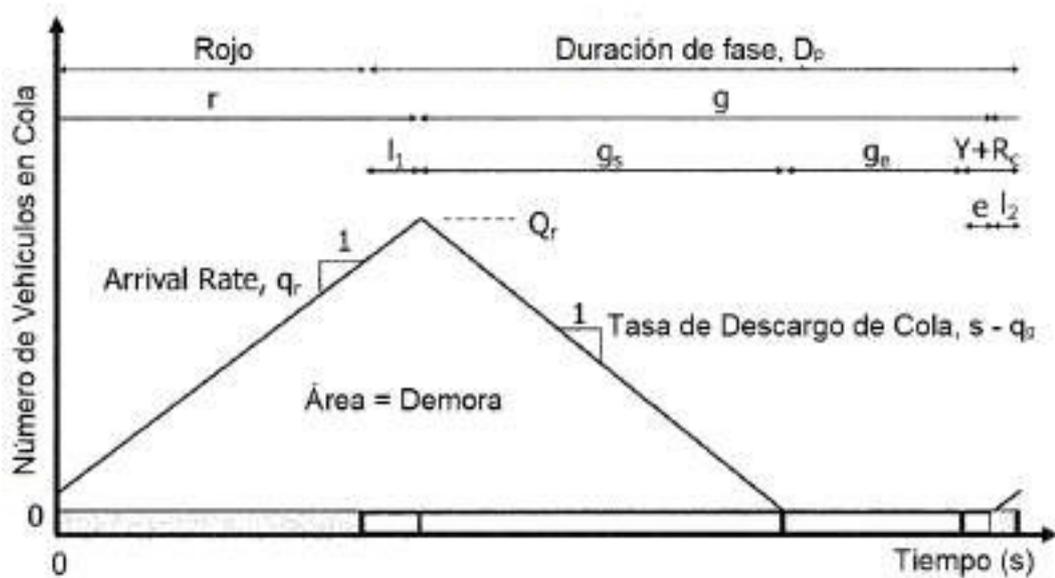


Figura 20. Elementos de tiempo actuantes en la duración de fase

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

Durante el tiempo en que el semáforo está en rojo, los vehículos llegan a una tasa q_r y forman una fila en la intersección. La fila alcanza su longitud máxima l_1 segundos después de que finalice el tiempo en rojo. A partir de ese momento, la fila comienza a reducirse a una tasa de flujo de saturación s menos la tasa de llegada de vehículos durante el tiempo en verde g . Durante el tiempo en verde, llegan vehículos de manera aleatoria, lo que puede extender el tiempo de verde. Finalmente, se produce una situación en el tránsito y el tiempo de verde termina al mismo tiempo que finaliza el tiempo extendido g_e . El tiempo efectivo de verde para la fase se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$g = D_p - l_1 - l_2 = g_s + g_e$$

Donde, l_2 es el tiempo perdido en despeje ($= Y + R_c - e(s)$) y e es el aumento del tiempo en verde efectivo ($= 2.0$ s)

4.5.7.DETERMINAR LA TASA DE CAPACIDAD Y VOLUMEN-CAPACIDAD (GRADO DE SATURACIÓN)

a. Grado de saturación Grupo de Carriles

La capacidad para un grupo de carriles determinado que sirve a un movimiento del tránsito y para la cual no existen mov. de giro a la izquierda permitidos, se define mediante así:

$$c = N s \frac{g}{C}$$

Donde, c es la capacidad (veh/h) y las demás variables fueron determinadas anteriormente. El grado de saturación para un grupo de carril es definida mediante la siguiente ecuación:

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

Donde, X es la tasa de volumen – capacidad (grado de saturación), v es la tasa de flujo de demanda (veh/h) y c es la capacidad (veh/h).

b. Grado de Saturación crítico en la Intersección

Este concepto se determina mediante las siguientes ecuaciones:

$$X_c = \left(\frac{C}{C - L} \right) \sum_{i \in ci} y_{c,i} \quad , \quad L = \sum_{i \in ci} l_{t,i}$$

Donde:

- X_c = Tasa Crítica de Volumen – Capacidad en la Intersección
- C = Duración del ciclo (s)
- $y_{c,i}$ = Tasa de flujo crítico para la fase $i = v_i / (N_{Si})$
- $l_{t,i}$ = Tiempo perdido de fase $i = l_{1,i} + l_{2,i}$ (s)
- ci = Conjunto de fases críticas en la ruta crítica
- L = Tiempo perdido del ciclo (s)

Los términos en las sumatorias de cada ecuación representan la suma de específicas variables para el conjunto de fases críticas. Esta fase o varias fases que ocurren en secuencia y cuya tasa de flujo combinada es la más larga para el ciclo de señal.

c. Identificación de Grupos de Carriles Críticos y Tasas de Flujo Críticas

El cálculo de las tasas críticas de volumen – capacidad en la intersección requieren la identificación de las fases críticas, comenzando por el mapeo de todos los movimientos del tránsito en un diagrama de doble anillo.

Luego, la tasa de flujo del grupo de carril es calculada para cada grupo de carril que funciona en la fase. Si el grupo funciona solo durante la fase preprogramada, entonces la tasa es calculada como la tasa de flujo del grupo de carril (por carril) dividida entre la tasa de flujo de saturación del grupo de carriles. Si el grupo de carril funciona durante múltiples fases preprogramadas, entonces la tasa de flujo es calculada para cada fase.

Luego, la tasa de flujo de fase es determinada en cada grupo de carriles durante la fase, esta tasa representa la tasa de flujo más larga en todos los grupos de carril. Entonces, el diagrama es evaluado para identificar las fases críticas. Esta evaluación comienza con un par en el anillo 1 y continua en el anillo 2, cada anillo representa una ruta crítica posible y las tasas de flujo de fase se suman para cada par de fases en cada anillo. El mayor valor de los dos anillos representa la ruta crítica y las ases correspondientes representan las fases críticas para el par de barreras.

Finalmente, el procedimiento es repetido para las fases entre el otro par de barreras, entonces una tasa de flujo crítica es definida para cada par de barreras mediante este proceso.

d. Caso base

Considerando a la intersección pre programada, con una secuencia de fases de adelanto y atraso en la avenida principal y una secuencia de solo permitidos en la calle secundaria, como se muestra en la figura 8. El giro a la derecha hacia el norte tiene un carril exclusivo y una indicación de flecha verde que se muestra simultáneamente con la fase complementaria de giro a la izquierda en la avenida principal. Cada uno de los movimientos de giro a la izquierda en la avenida principal cuenta con una fase protegida.

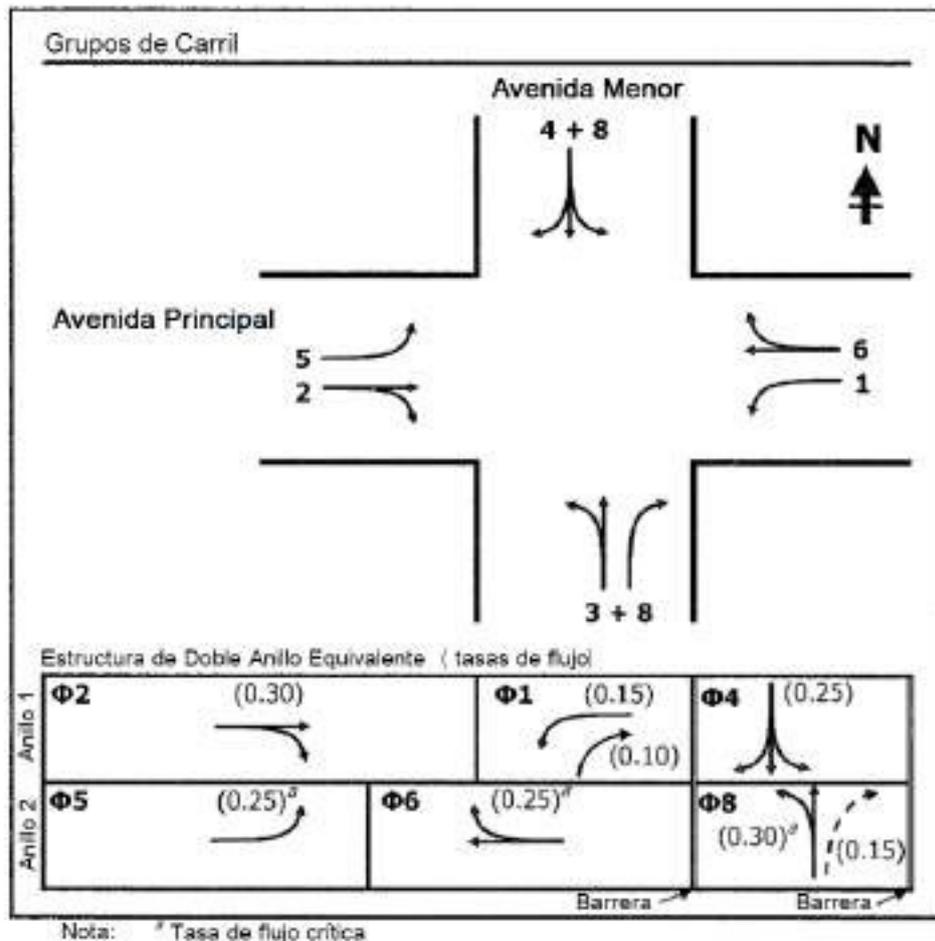


Figura 21. Determinación de Fase Crítica con Fases Protegidas de Giro a la Izquierda

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

Las fases 4 y 8 representan las únicas dentro del par de barreras que están al servicio de los movimientos de la avenida menor. Según se observa en la figura 7, la fase 8 tiene dos tasas de flujo en grupos. La tasa más grande corresponde a los movimientos directo y giro compartido a la izquierda. Por tanto, la tasa de flujo para la fase 8 es de 0.30. La tasa de flujo para la fase 4 es 0.25. De ambas fases, la más grande está asociada con la fase 8, por lo tanto, esta representa la fase crítica para este par de barreras.

Las fases 1, 2, 5 y 6 representan las fases entre el otro par de barreras, estas funcionan en la avenida mayor. La tasa de flujo total de fase para el anillo 1 es $0.30 + 0.15 = 0.45$, mientras que la tasa de flujo total de fase para el anillo 2 es $0.25 + 0.25 = 0.50$. Por lo tanto, se identifica a las fases 5 y 6 como las fases críticas. Finalmente, la suma de las tasas críticas para el ciclo es $0.80 (=0.30 + 0.50)$.

Un incremento del tiempo perdido en la fase l_t está asociado con cada fase en la ruta crítica. Por tanto, el tiempo perdido del ciclo L es calculado como la suma de los tiempos perdidos para cada una de las fases 5, 6 y 8.

4.5.8. DETERMINAR LA DEMORA

Se calcula la demora (en promedio) que experimentan los vehículos durante el periodo de análisis, incluyendo aquellos que permanecen en la fila después de dicho periodo. Esta demora representa el control de demoras para el grupo de carriles analizado y se calcula así:

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

Donde:

- d = Control de demora (s/veh)
- d_1 = Demora uniforme (s/veh)
- d_2 = Demora incremental (s/veh)
- d_3 = Demora inicial de cola (s/veh)

A continuación, se detallarán cada una de las variables mostradas en la ecuación anterior:

a. Demora uniforme

Lo mostrado a continuación presenta una de las alternativas para calcular la demora de vehículos que llegan a la intersección, estas son asumidas como aleatorias en todo el ciclo. Esto también considera un periodo de verde eff. durante el ciclo y una tasa de saturación durante el tiempo correspondiente.

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

Todas las variables fueron definidas previamente, el procedimiento de cálculo de la demora que se ha mostrado en esta metodología es consistente con la ecuación

mostrada en el ítem 4.2.8., sin embargo, se eliminan las suposiciones antes mencionadas para permitir estimaciones de demoras uniformes más precisas para movimientos de tránsito avanzados, movimientos con múltiples periodos verdes y movimientos con múltiples tasas de flujo de saturación (por ejemplo, movimientos de giro permitidos y protegidos).

b. Demora incremental

Esta variable consiste en dos unidades de la demora. Una de ellas corresponde a la demora debido a los efectos de aleatoriedad, variaciones ciclo por ciclo en demanda que ocasionan un exceso en capacidad. Esta demora se evidencia por el desborde ocasional en colas al final de los intervalos de verde. La segunda unidad explica la demora debido a una saturación consistente durante el tiempo correspondiente. Esto ocurre cuando aumenta la cantidad de vehículos durante el análisis y esta excede la capacidad. En algunas ocasiones esto es referido como el componente de demora determinística, se muestra como variable $d_{2,d}$ en la siguiente figura:

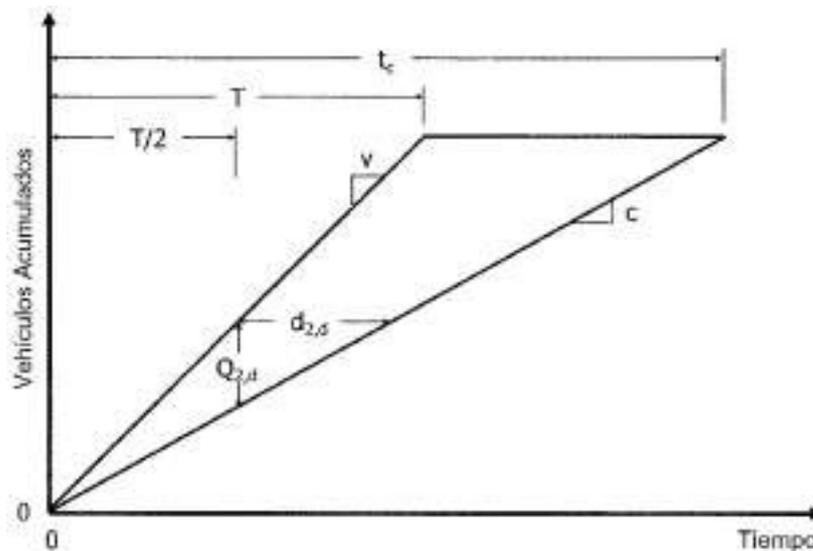


Figura 22. Llegadas acumuladas y periodo de análisis sobresaturado

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

Con esta ilustración se muestra el crecimiento de la cola que ocurre cuando los vehículos llegan a una tasa de flujo de demanda v durante el periodo de análisis T , con capacidad c . El componente de demora determinístico está representado por el área triangular delimitada por la línea gruesa y está asociado con una demora promedio por cada vehículo representada por la variable $d_{2,d}$. Se muestra el último vehículo en llegar durante el periodo de análisis para despejar la cola t_c horas después del inicio del periodo de análisis. El tamaño promedio de la cola, asociado con dicha demora también se muestra en la ilustración como $Q_{2,d}$. La cola presente al final del periodo de análisis ($= T(v - c)$) se denomina cola residual.

c. Demora Inicial de Cola

La ecuación utilizada para estimar el cálculo de la demora incremental se basa en la suposición de que no existe cola inicial presente al comienzo del periodo de análisis. La demora inicial de cola representa la demora inicial incurrida debido a una cola inicial. Esta cola es el resultado de una demanda insatisfecha en el periodo de tiempo anterior.

La siguiente figura muestra la demora debió a una cola inicial como forma trapezoidal. A demora promedio por vehículo está representada por la variable d_3 . El tamaño de la cola inicial se muestra mediante la variable Q_b . La duración del tiempo durante el periodo de análisis en el cual el efecto de la cola inicial aún está presente se representa mediante la variable t .

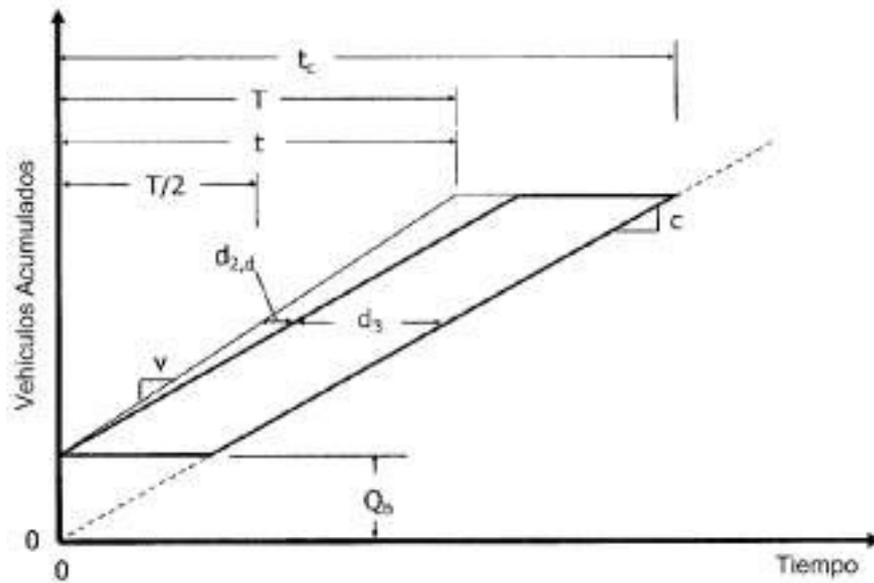


Figura 23. Demora Inicial de Cola con Incremento de Tamaño de Cola

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

4.5.9. DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO

La tabla 2 se utiliza para determinar el Nivel de Servicio para cada uno de los grupos de carriles, cada acceso y para la intersección en su conjunto. Los valores se han obtenido de los pasos anteriores del presente procedimiento, teniendo como principales variables al control de la demora y la tasa de volumen – capacidad. El Nivel de Servicio es una indicación de la aceptabilidad de los niveles de demora para los vehículos que operan en la intersección en cuestión. También puede indicar una operación sobresaturada inaceptable para los grupos de carriles individuales.

Tabla 5. Criterio del Nivel de Servicio – Modo vehicular

Control de Demora (s/veh)	Nivel de Servicio por Tasa de 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

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

4.6. CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL

En este apartado se explica cómo se va a evaluar el rendimiento de una intersección señalizada en lo que respecta al servicio que presta a los peatones. Se analizará el rendimiento de cada cruce peatonal y cada esquina de la intersección por separado. Las variables que se describen son específicas para cada cruce y cada esquina a menos que se indique lo contrario. Se supone que hay un paso de peatones en cada tramo del cruce, a menos que esté prohibido por las normas locales y esté señalizado como tal. La metodología se centra en analizar el desempeño de las intersecciones señalizadas.

El cálculo del NdS vehicular se determina siguiendo el sistema en 5 pasos del Highway Capacity Manual 2010 (HCM), tal como se muestra:

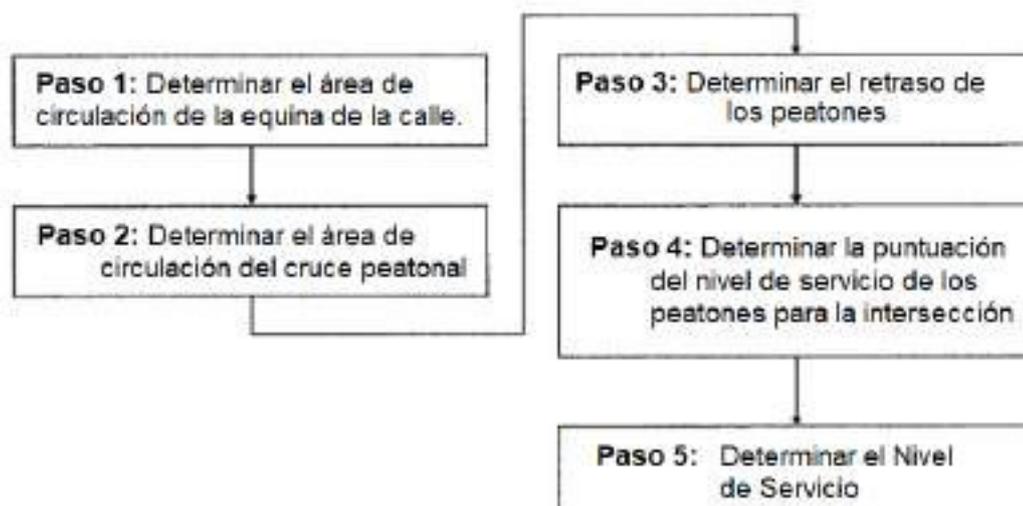


Figura 24. Metodología Peatonal de Nivel de Servicio para Intersecciones Señalizadas

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

Algunos conceptos a tener en cuenta:

- a. Medidas de desempeño: Se incluyen las siguientes medidas, las cuales describen el viaje del peatón a través de la intersección:
- Área de circulación de la esquina
 - Área de circulación del paso peatonal
 - Retraso de los peatones
 - Puntaje de nivel de servicio peatonal.

En la evaluación del rendimiento de una intersección, se emplean dos medidas basadas en el "área de circulación". Una de ellas se usa para valorar la superficie disponible para los peatones que esperan en la esquina, mientras que la otra se enfoca en inspeccionar el área disponible para los peatones mientras cruzan el paso peatonal. El término "área de circulación" se refiere al espacio disponible para un peatón promedio y se considera más favorable una superficie mayor en términos de comodidad para el peatón. Para evaluar el rendimiento del cruce en términos de área de circulación se puede utilizar la tabla proporcionada.

Tabla 6. Descripción del espacio usado por el peatón.

Esp. peatonal (pie²/p)	Descripción
> 60	Capacidad de moverse en el camino querido sin alterar el movimiento.
> 40 – 60	Se considera ocasionalmente cambiar la ruta para evitar algún conflicto.
> 24 – 40	Se considera frecuentemente cambiar la ruta para evitar algún conflicto.
> 15 – 24	Se considera una velocidad y habilidad para sobrepasar a peatones más lentos restringidas.
> 8 – 15	Se considera una capacidad y velocidad restringidas y para sobrepasar a peatones más lentos.

≤ 8	Se considera una velocidad muy restringida y contacto frecuente con los demás usuarios.
----------	---

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

El retraso de peatones representa el tiempo promedio que un peatón espera una oportunidad legal para cruzar un tramo de intersección. La puntuación de nivel de servicio es un indicador de la percepción del peatón sobre la experiencia en general de la intersección.

b. Condiciones de Flujo:

- Condición 1: Considerada al encuentro entre calles secundarias, sucede durante la fase de paso de calles principales. Los usuarios que quieran cruzar la avenida principal tienen que esperar en la esquina.

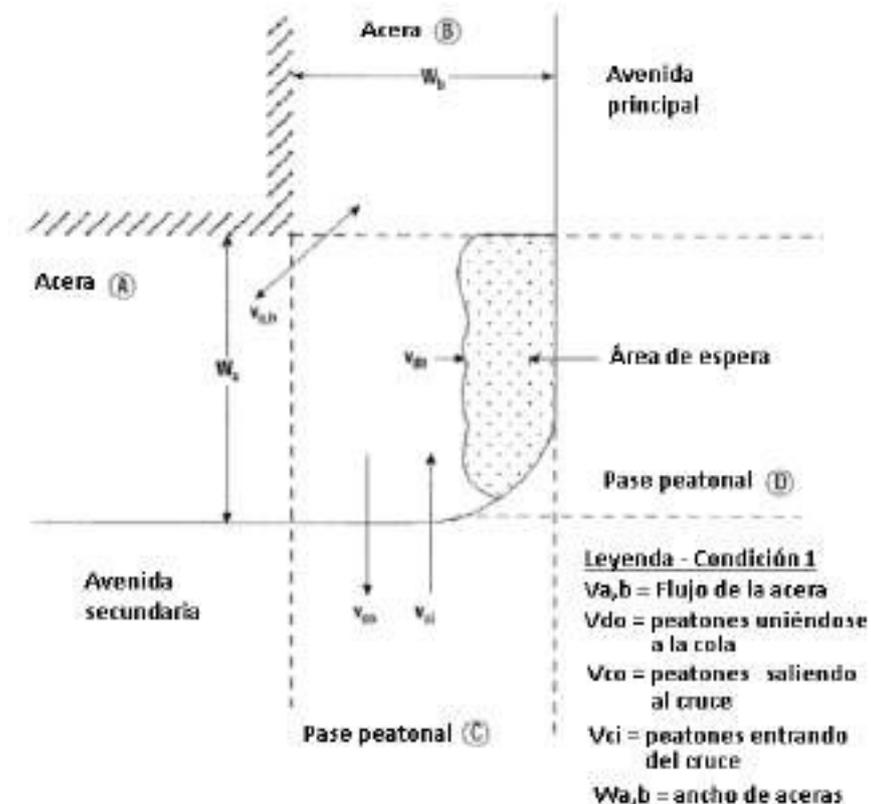


Figura 25. Condición 1: Cruce de calles secundarias

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

- Condición 2: Se considera al encuentro de las calles principales durante la fase de paso de calles secundarias. Los usuarios que quieran cruzar la calle menor esperan en la esquina.

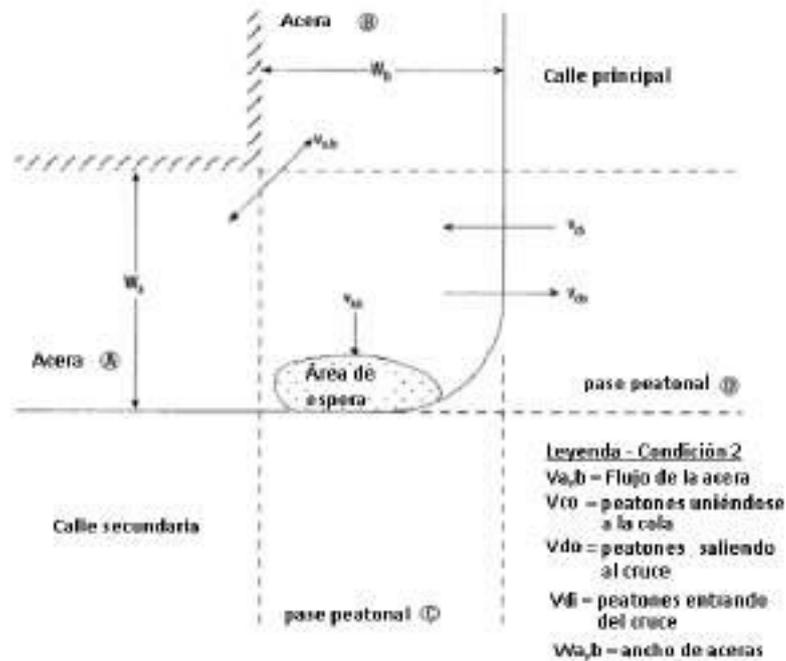


Figura 26. Condición 2: Cruce de calles principales

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

- Tiempo de caminata efectiva: Diversas investigaciones han demostrado que en intersecciones con semáforos para peatones, los transeúntes tienden a seguir entrando en la intersección en los primeros segundos del intervalo de tiempo destinado para ellos. Este comportamiento incrementa el tiempo disponible para caminar efectivamente. Se estima que este tiempo adicional equivale a unos 4.0 segundos. Un valor diferente a cero conlleva que algunos usuarios peatonales comiencen a cruzar durante el parpadeo del semáforo de NO CAMINAR. Si la fase que da los servicios a los usuarios es activada por un semáforo de peatones y el descanso en el camino no está permitido o (b) es pretemporizada con un semáforo de peatones, entonces se tiene:

$$g_{walk} = Walk + 4.0$$

Si la fase se acciona con un semáforo para peatones y descanso para caminar habilitados, entonces:

$$g_{Walk} = D_p - Y - R_c - PC + 4.0$$

De lo contrario (por ejemplo, si no existe semáforo):

$$g_{Walk} = D_p - Y - R_c$$

Donde:

- g_{Walk} = Tiempo efect. de caminata (s),
- $Walk$ = Entorno de paseo peatonal (s),
- PC = Claro peatonal (s),
- D_p = Duración de fase (s),
- Y = Intervalo de cambio amarillo (s),
- R_c = Intervalo de autorización rojo (s).

La investigación antes mencionada indica que el tiempo de caminata efectivo estimado con las ecuaciones anteriores puede variar ampliamente entre las intersecciones. En una intersección determinada, el tiempo de caminata adicional puede variar de 0,0 s a una cantidad igual al intervalo despejado para peatones. La cantidad de tiempo de caminata adicional utilizado por los peatones depende de muchos factores, incluido el grado de retraso de los peatones, el volumen vehicular, el nivel de cumplimiento y la presencia de semáforos peatonales de cuenta regresiva. El tiempo efectivo de caminata estimado con las ecuaciones anteriores se considera directamente aplicable a los análisis de diseño o planificación. Un valor mayor del tiempo efectivo de caminata puede ser aplicable a un análisis operativo si (a) la observación de campo o la experiencia indican que tal valor sería consistente con el uso real de los peatones de la indicación intermitente DON'T WALK; (b) se desea una estimación precisa de la demora de los peatones o el tamaño de la cola; y (c) se entiende que las estimaciones de desempeño pronosticadas reflejan algún comportamiento peatonal ilegal, posiblemente en respuesta a espacios restringidos o tiempos de señal inadecuados.

4.6.1. DETERMINAR EL ÁREA DE CIRCULACIÓN DE LA ESQUINA:

Se evalúa el rendimiento de una esquina de la intersección. Este análisis compara el lugar disponible y el tiempo usado con la demanda peatonal. El producto del tiempo y el espacio es el parámetro crítico. Combina las limitaciones del diseño físico y operación de señal. Dicho parámetro se denominará en "tiempo-espacio".

a. Calcular espacio – tiempo disponible:

La cantidad total de espacio-tiempo que se encuentra disponible para el uso y la formación de filas en la esquina de una intersección se determina al multiplicar el área libre de la esquina por la longitud del ciclo de tiempo C . Para calcular el espacio-tiempo disponible en una de las esquinas de la intersección, se utiliza la siguiente ecuación:

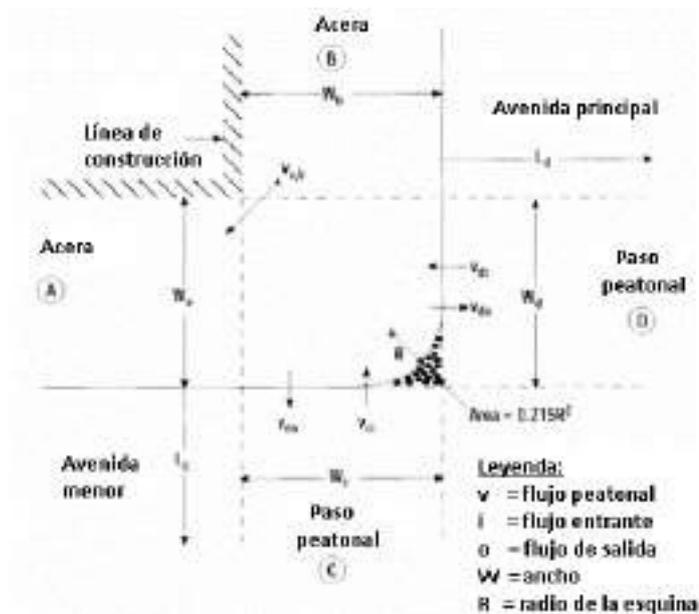


Figura 27. Geometría de la esquina de intersección y el movimiento de peatones

Nota: Adaptado de "Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow", 2010

$$TS_{corner} = C(W_a W_b - 0.215R^2)$$

Donde:

- TS_{corner} = Espacio-tiempo de esquina disponible ($\text{pie}^2\text{-s}$)
- C = Duración del ciclo (s)

- W_a = Ancho total de la acera A (pies)
- W_b = Ancho total de la acera B (pies)
- R = Radio del borde de la esquina

Si el radio de borde de la esquina es mayor que W_a o W_b , en la ecuación, “R” debe ser igual al menor de W_a o W_b .

b. Calcular el tiempo de espera:

El tiempo promedio en el que los usuarios esperan al cruzar la calle en una intersección se define como el tiempo medio que transcurre desde que llegan a la esquina hasta que pueden cruzar. Se considera que los peatones se movilizan en la intersección de manera uniforme en todo el ciclo del semáforo. Para calcular este tiempo, se utilizan las siguientes fórmulas.

$$Q_{tdo} = \frac{N_{do}(C - g_{Walk,mi})^2}{2C}$$

$$N_{do} = \frac{V_{do}}{3,600} C$$

Donde:

- Q_{tdo} = Tiempo empleado por los usuarios esperando para atravesar la calle principal durante un ciclo (p-s),
- N_{do} = Peatones que alcanzan la esquina en cada ciclo para atravesar la calle principal (p),
- $g_{Walk,mi}$ = Tiempo efectivo de caminata en fase - servicio a la calle menor a través de movimientos (s),
- C = Duración del ciclo (s)
- V_{do} = tasa de flujo de peatones que alcanzan la esquina para cruzar la calle principal (p/h).

En caso de que la fase que brinda servicio a los peatones sea (a) activada por medio de un semáforo para peatones y no se permita el descanso para caminar, o (b) se reajuste mediante un semáforo para peatones, entonces:

$$g_{Walk,mi} = Walk_{mi} + 4.0$$

Si la fase de servicio a los peatones se acciona con un semáforo para peatones y descanso para caminar habilitados, entonces:

$$g_{Walk,mi} = D_{p,mi} - Y_{mi} - R_{c,mi} - PC_{mi} + 4.0$$

Donde:

- $g_{Walk,mi}$ = Tiempo efectivo de caminata de la fase que da servicio a la calle menor a través de movimiento (s),
- $Walk_{mi}$ = Entorno de paseo peatonal para la fase que da servicio a la calle menor a través de movimiento (s),
- PC_{mi} = Claro peatonal para la fase que da servicio a la calle menor por movimiento (s),
- $D_{p,mi}$ = Duración de la fase que da servicio a la calle menor a través del movimiento (s),
- Y_{mi} = Intervalo de cambio ambar de la fase que da servicio a la calle menor a través movimiento (s),
- $R_{c,mi}$ = Intervalo de autorización rojo de la fase que da servicio a la calle secundaria a través de movimiento (s).

Para cumplir con la segunda condición, es necesario repetir las tres ecuaciones previas para hallar el tiempo de espera que los peatones en la calle menor, utilizando el subíndice "do" en lugar de "co" para indicar a los usuarios que desean cruzar en el Paso de peatones C. Asimismo, se reemplaza el subíndice "mi" por "mj" para referirse a las variables de tiempo correlacionadas con la fase que atiende a la calle principal.

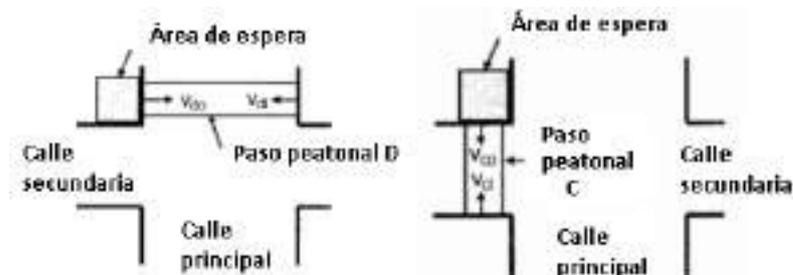


Figura 28. Imagen de referencia: cambio de subíndices

Nota: Adaptado de "Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow", 2010

c. Calcular el espacio – tiempo de circulación:

El tiempo-espacio que tienen los peatones para transitar se calcula como la diferencia entre lo disponible y el espacio-tiempo que usado para esperar a cruzar. Para calcular este último valor, se multiplica el tiempo que se espera por el área que los peatones utilizan mientras esperan, que es igual a 5.0 pies cuadrados por persona. Se calcula así:

$$TS_c = TS_{corner} - 5(Q_{tdo} - Q_{tco})$$

Donde TS_c es el lo disponible (e-t) para la circulación de peatones (pie²-s) y las otras variables se han definido previamente.

d. Calcular el área de circulación de la esquina peatonal:

El espacio requerido para la circulación de peatones se calcula dividiendo el tiempo-espacio disponible para los peatones en circulación en el momento en que los peatones andan por la zona de la esquina. Esta última cantidad es igual al total volumen de circulación multiplicado por el tiempo de circulación promedio supuesto (= 4,0 s). Las siguientes ecuaciones se usan para calcular el área de circulación de la esquina:

$$M_{corner} = \frac{TS_c}{4.0 N_{tot}}; N_{tot} = \frac{V_{ci} + V_{co} + V_{di} + V_{do} + V_{a,b}}{3600} C$$

Donde:

- M_{corner} = Área de circulación en la esquina por peatón (pie²/p).
- N_{tot} = Cant. de peatones que llegan por ciclo (p),
- V_{ci} = Tasa peatonal que alcanzan la esquina al cruzar la calle menor (p/h),
- V_{co} = Tasa peatonal que alcanza la esquina por cruzar desde la calle menor (P/h),
- V_{di} = Tasa peatonal que llega a la esquina al cruzar la avenida principal (p/h),
- $V_{a,b}$ = Tasa de flujo peatonal que atraviesan la esquina desde la acera A hacia B, o viceversa (p/h).

Las demás variables se definieron anteriormente.

4.6.2. DETERMINAR EL ÁREA DE CIRCULACIÓN DEL CRUCE:

Se describe cómo evaluar el rendimiento de los cruces, repitiéndose en cada cruce. Se usa el procedimiento para valorar el paso peatonal D en la Figura 11 (que se encuentra en la calle principal), y se repite para evaluar el cruce peatonal C en la Figura 10. En la segunda aplicación, se cambian las letras de subíndice "do" y "di" por "co" y "ci", para referirse a los peatones que atraviesan el cruce peatonal C. También se reemplaza el subíndice "d" por la letra "c" para señalar la geometría del cruce peatonal C. Además, se cambian las letras de subíndice "mi" por "mj" para referirse a las variables de señal comparadas con la fase que atiende a la calle principal.

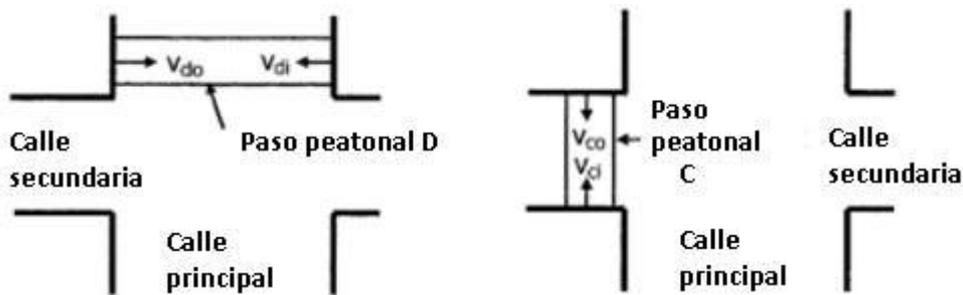


Figura 29. Imagen de referencia: cambio de subíndices

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

a. Establecer velocidad de caminata:

Para poder evaluar el rendimiento de una esquina y un paso de peatones, es importante conocer la velocidad promedio de los peatones (S_p). La velocidad de caminar puede verse afectada por la edad y la inclinación de la acera. Según estudios, si entre el 0% y el 20% de los peatones son ancianos (65 años o más), se recomienda utilizar una velocidad promedio de 4.0 pies/seg. Si más del 20% de los usuarios son de la tercera edad, se sugiere una velocidad promedio de 3.3 pies/seg. Cabe destacar que si la proporción de ancianos aumenta en un 10% o más, la velocidad de caminar disminuye en 0.3 pies/seg.

b. Calcular espacio – tiempo disponible:

Se calcula de la siguiente manera:

$$TS_{cw} = L_d W_d g_{dwalk,mi}$$

Donde:

- TS_{cw} = Tiempo – espacio disponible en el paso peatonal. (pie²-s)
- L_d = Longitud total de paso peatonal “D” (pie)
- W_d = Ancho efectivo total del paso peatonal “D” (pie)
- $g_{dWalk,mi}$ = Tiempo efectivo de para la fase que da servicio a la calle menor(s).

c. Calcular espacio – tiempo efectivo disponible:

Durante este paso, se efectúa una modificación al tiempo y espacio asignados al cruce peatonal disponible, para tener en cuenta cómo los vehículos que están dando vueltas en la intersección pueden influir en él. Esta modificación se basa en una supuesta ocupación del cruce por parte de un vehículo. Para calcular la ocupación del vehículo, se multiplica su trayectoria de barrido, el ancho del cruce peatonal y el tiempo que el vehículo permanece en ese espacio. Las siguientes fórmulas se emplean para llevar a cabo este ajuste:

$$TS_{cw}^* = TS_{cw} + TS_{tv}$$

Con: $TS_{tv} = 40 N_{tv} W_d$ (*)

$$N_{tv} = \frac{V_{lt,perm} + V_{rt} - V_{rtor}}{3600} C \quad (**)$$

(*) La constante 40 es el producto de la dirección de barrido para la mayoría de los vehículos (= 8 pies) y el tiempo que un vehículo que gira ocupa el paso de peatones (= 5 s).

(**) Las tasas de flujo de giro a la izq. y der. utilizadas en esta ecuación son aquellas asociadas con movimientos que en verde al mismo tiempo que el paso de peatones y por el del paso de peatones en cuestión.

Donde:

- TS_{cw}^* = Espacio - tiempo de cruce de usuarios efectivo (pie²-s),
- TS_{cw} = Tiempo-espacio ocupado por los vehículos que realizan giros (pie²-s),
- N_{tv} = Cant. de vehículos que giran en la caminata por libres de peatones (veh),

- $V_{lt,perm}$ = Tasa de flujo de giro a la izquierda permitido (veh/h),
- V_{rt} = Tasa de flujo de giro a la izq. permitido (veh/h),
- V_{rtor} = Tasa de flujo rojo de giro a la derecha (veh/h).

d. Calcular el tiempo de servicio de los peatones:

El tiempo total de servicio se calcula con las siguientes ecuaciones, según el ancho del cruce peatonal. Este tiempo representa el tiempo transcurrido desde la salida del primer peatón de la esquina hasta la llegada del último peatón al otro lado del cruce peatonal. De esta manera, da cuenta del tamaño del pelotón en el tiempo de servicio.

Si el ancho del paso peatonal es mayor a 10 pies, entonces:

$$t_{ps,do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 2.7 \frac{N_{ped,do}}{W_d}$$

Si el ancho del paso peatonal es menor o igual a 10 pies, entonces:

$$t_{ps,do} = 3.2 + \frac{L_d}{S_p} + 2.7 N_{ped,do}$$

Cualquiera de las ecuaciones anteriores (según sea el ancho del paso peatonal) se utiliza con:

$$N_{ped,do} = N_{do} \frac{C - g_{walk,mi}}{C}$$

Donde:

- $t_{ps,do}$ = Tiempo de servicio para los usuarios que llegan a la esquina para atravesar la calle principal (s),
- $N_{ped,do}$ = Cantidad de usuarios que esperan en la esquina para poder cruzar la avenida principal (p).
- Las demás variables ya fueron definidas.

La ecuación final estima el número de peatones que cruzan en grupo después de que aparezca la señal de PASE (o la señal verde si no hay semáforos para peatones). También se utiliza para calcular $N_{ped,di}$ en la otra dirección en el mismo cruce de peatones (usando N_{di} como se define más adelante). Por último, las dos primeras ecuaciones se utilizan para calcular el tiempo de servicio de peatones que llegan a las

esquinas en cuestión después de haber esperado en la otra esquina, justo antes de cruzar la avenida principal, $t_{ps,di}$ utilizando $N_{ped,di}$

e. Calcular el tiempo de ocupación del paso peatonal:

Se calcula como el producto del tiempo serv. de los peatones y la cantidad de estos que usan el paso peatonal durante un ciclo de semáforo. Se usa la Ecuación 18-68, con la Ecuación 18-69 y los resultados de lo anterior:

$$T_{OCC} = t_{ps,do}N_{do} + t_{ps,di}N_{di}$$

Con:
$$N_{di} = \frac{v_{di}}{3600}C$$

Donde:

- T_{OCC} = Tiempo de ocupación del paso peatonal (p-s),
- N_{di} = Número de peatones llegando a la esquina cada ciclo, habiendo cruzado la calle principal (p).

Las demás variables se definieron anteriormente.

f. Calcular el área de circulación del cruce peatonal:

Se calcula dividiendo el tiempo-espacio que se tiene para cruzar la zona de circulación, se muestra en la siguiente ecuación:

$$M_{cw} = \frac{TS_{cw}^*}{T_{OCC}}$$

Donde M_{cw} es el área de circulación del cruce peatonal por peatón (pie^2/p) y las demás variables se definieron anteriormente.

El área de circulación que se obtuvo de la ecuación se compara con los rangos provistos en la Tabla 4 para hacer algunos juicios del cruce de peatones sujeto-intersección. Para obtener una vista total del desempeño del cruce de peatones en cuestión, lo descrito en este paso se debe volver a accionar para la otra dirección, a lo largo del cruce de peatones.

4.6.3. DETERMINAR EL RETRASO DE LOS PEATONES:

Se explica un proceso para evaluar el rendimiento del paso de peatones en una intersección. Este proceso se realiza para cada paso de peatones relevante y se repetirá para evaluar otro paso de peatones.

A continuación, se discutirá la evaluación del cruce peatonal D que se muestra en la Figura 11. Entonces, se deben reemplazar "mi" con "mj" para denotar las variables de tiempo de la señal correspondientes con la fase que da servicio a la calle principal a través del movimiento.

Se calculan las demoras mientras se espera cruzar la calle principal así:

$$dp = \frac{(C - gwalk, mi)^2}{2C}$$

Donde dp es el retraso peatonal (s/p) y las demás variables se definieron anteriormente.

El retraso obtenido de la ecuación anterior se aplica por igual en las dos direcciones de viaje en el cruce de peatones.

Las investigaciones indican que la demora promedio de los peatones en las intersecciones señalizadas no está limitada por la capacidad, incluso cuando las tasas de flujo de peatones alcanzan 5.000 por hora. Por esta razón, el retraso debido a condiciones de sobresaturación no es incluido en el valor obtenido de la ecuación anteriormente mostrada. Si el cruce de peatones en cuestión está cerrado, entonces la demora peatonal dp se estima como el valor obtenido de la tal ecuación para el cruce de peatones en cuestión, más dos incrementos de la demora de esta ecuación cuando se aplica al paso peatonal perpendicular. Este ajuste refleja el retraso adicional en el que incurren los peatones al cruzar los otros tres tramos de la intersección para poder seguir caminando en la dirección deseada.

El retraso de los peatones calculado en este paso se puede utilizar para hacer algún juicio sobre el cumplimiento de los peatones. En general, los peatones se vuelven impacientes cuando experimentan retrasos superiores a 30 s/p, y hay gran probabilidad de que no cumplan con la indicación de la señal. Es muy probable que los peatones obedezcan la indicación del semáforo si su el retraso es inferior a 10 s/p.

4.6.4. DETERMINAR LA PUNTUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LOS PEATONES PARA LA INTERSECCIÓN:

Se detalla un método para evaluar el rendimiento de un paso peatonal, el cual se debe repetir para cada cruce de interés. Se describe el proceso para evaluar el cruce de peatones D (ver Figura 11), y posteriormente se repite para evaluar el paso peatonal C de la Figura 10. En esta segunda aplicación, se cambia el subíndice "d" por "c" para denotar las medidas del cruce de peatones C. Además, el subíndice "mj" se sustituye por "mi" para indicar las variables asociadas con la calle menor.

La puntuación de NdS peatonal calculada para el cruce A, usando las siguientes ecuaciones:

$$I_{p,int} = 0.5997 + F_w + F_v + F_s + + F_{delay}$$

Con:

$$F_w = 0.681 + (N_d)^{0.517}$$

$$F_v = 0.00569 + \frac{(V_{rtor} + V_{it,perm})}{4} - N_{rtci,d}(0.0027 n_{15,mj} - 0.1946)$$

$$F_s = 0.00013 n_{15,mj} S_{85,mj}$$

$$F_{delay} = 0.0401 \ln(d_{p,d})$$

$$n_{15,mj} = \frac{0.25}{N_d} \sum_{iemd} v_i$$

Donde:

- $I_{p,int}$ = Puntuación del NdS peatonal en la intersección,
- F_w = Reajuste por la sección transversal,
- F_v = Reajuste del volumen del vehículo motorizado,
- F_s = Reajuste para la velocidad del vehículo motorizado,
- F_{delay} = Reajuste por el retardo de peatones,
- $\ln(x)$ = Logaritmo natural de x,
- N_d = Cantidad de carriles de tráfico cruzados al atravesar el cruce de peatones D (In),
- $N_{rtci,d}$ = Cantidad de bahías de giro a la derecha a lo largo del paso peatonal D,

- $d_{p,d}$ = Retraso de peatones al cruzar el paso de peatones D (s/p),
- md = Conjunto de los movimientos que realizan los vehículos que cruzan el paso peatonal D (Fig. 15)

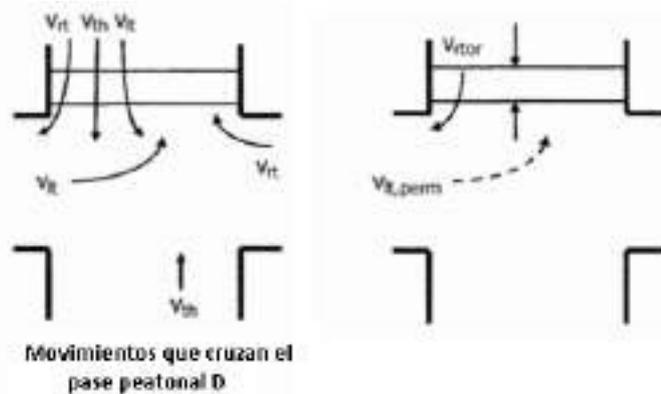


Figura 30. Movimientos que cruzan el pase peatonal D

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

La tasa de flujo de giro a la izquierda V_{ltperm} utilizada en la ecuación anterior es la asociada con el giro izq. que recibe una orden verde al mismo tiempo que el cruce peatonal y gira a través del cruce de peatones en cuestión. El índice de flujo del RTOR V_{rtor} es el asociado con el acceso que se cruza y que gira a través del cruce de peatones en cuestión. No es el mismo V_{rtor} usado en el inciso “c” del paso 2 (Ecuación para calcular N_{tv}). El puntaje de nivel de servicio para peatones obtenido de esta ecuación se aplica en las dos direcciones de viaje a lo largo del cruce. El "número de islas canalizadoras de giro a la derecha" N_{rtci} es un número entero con un valor de 0, 1 o 2.

4.6.5. DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO:

Se explica lo usado para evaluar el NdS de un cruce peatonal, repitiéndose en cada cruce peatonal. La evaluación del NdS para peatones se realiza utilizando puntajes correspondientes del Paso 4. Luego, se compara esta medida de rendimiento con lo que se muestran en la imagen siguiente:

Tabla 7. Criterios de nivel de servicio para peatones y ciclistas.

NIVEL DE SERVICIO	PUNTUACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO
A	≤ 2.00
B	$> 2.00 - 2.75$
C	$> 2.75 - 3.50$
D	$> 3.50 - 4.25$
E	$> 4.25 - 5.00$
F	> 5.00

Nota: Adaptado de “Highway Capacity Manual, Vol. 3: Interrupted Flow”, 2010

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La presente investigación tiene como fin evaluar la situación actual con respecto a los niveles de servicio peatonal y vehicular de la intersección entre las avenidas Primavera y Velasco Astete, y realizar una propuesta de mejora a estos. Este análisis se basa en la comparación de situación actual e identificación de los parámetros determinantes en el cálculo de los niveles de servicio, siendo las demoras, grados de saturación y puntajes de nivel de servicio los parámetros principales de estudio. En dicho sentido, luego de obtener estos valores, es posible generar una situación en donde los niveles de servicio mejoren en su cuantificación.

Las variables de análisis (velocidades de flujo, aforos vehiculares, aforos peatonales, demoras, espacios peatonales y vehiculares, etc.) son de tipo cuantitativas, por ende, se puede realizar su medición en campo y plasmar los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

5.1. NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR – AV. PRIMAVERA Y AV. VELASCO ASTETE

En el subcapítulo anterior se ha mostrado la toma de datos necesarios para calcular el nivel de servicio vehicular de la intersección en el presente estudio, estos datos son tomados como variables que se utilizan en las fórmulas desarrolladas para cada una de las fases de cálculo, que se han desarrollado en el capítulo 4.

A continuación, se muestra el procedimiento del cálculo del NdS vehicular, el software de apoyo que se utilizó es Synchro Studio 11.0 – Synchro Plus SimTraffic and 3D Viewer.

5.1.1. DATOS DE ENTRADA

Se utilizó el software de apoyo para generar un modelo de simulación de tránsito, considerando cada uno de los carriles de acceso a la intersección, los datos de entrada necesarios que se introdujeron en el software son:

- Cantidad de carriles en cada acceso
- Longitud de cada carril
- Longitud de los accesos
- Longitudes de las bahías de giro
- Movimientos (directos, con giros a la izquierda y derecha, compartidos)
- Volumen de tráfico para cada uno de los movimientos
- Velocidad de aproximación
- Tipos de movimientos (permitidos o protegidos)

- Ciclo semafórico (todo verde, ámbar y todo rojo) considerando los tiempos ejecutados para cada uno de los movimientos que intervienen en los semáforos

Siendo estos datos, los generados a partir de las hojas de trabajo presentadas en el subcapítulo anterior.

5.1.2. DATOS DE VOLUMEN DE TRÁNSITO

Se definen los volúmenes de tránsito considerando las 4 horas más representativas para el modo vehicular, se ha tomado el tramo correspondiente de 3:00 pm hasta 7:00 pm, en donde en cada uno de los accesos se ha contabilizado la máxima cantidad de vehículos en cada periodo de análisis de 15 min, con esto se obtuvo el volumen de tránsito de vehículos por cada hora.

Cada una de estas cantidades se tomó como referencia para obtener así un volumen de tránsito vehicular promedio, que refleja una situación más exacta de lo que ocurre en la realidad de la intersección de estudio.

Con respecto al volumen de tránsito para vehículos de carga pesada, según lo descrito el ítem 2.2.7. se ve que los vehículos de este tipo tienen un tránsito restringido por horarios, pero para el conteo realizado, que corresponde a las horas desde 6am a 10pm (considerando como representativas las 4 horas mencionadas en el párrafo anterior) la mayoría de los vehículos de carga pesada contados fueron N1 y N2, los cuales solo tienen restricciones para las vías colectoras (Av. Velasco Astete).

A continuación, se muestra la tabla resumen de las cantidades de aforo vehicular (las cantidades mostradas se referencian del ítem 5.2.1. de la presente tesis):

HOJA DE TRABAJO: RESUMEN DE AFORO VEHICULAR										 <small>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</small> <small>Universidad de la Libertad - Centro de Estudios</small>	
INFORMACIÓN GENERAL											
Tesis:		Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima									
Encargado:		Paul Laurente - Brigitte Niño					Intersección:		-		
Institución:		-					Año de análisis:		2022		
Tiempo de análisis:		-					Fecha:		01 de Mayo		
Periodo de Análisis			Tipos de Vehículos								
			Vehículos Ligeros			Buses			Vehículos Pesados		
			L	T	R	L	T	R	L	T	R
1	Av. Primavera O - E	1°	306	1369	163	3	81	1	16	33	2
		2°	271	1358	161	2	79	1	20	29	1
		3°	509	1297	158	2	68	0	17	20	2
		4°	543	1430	150	4	69	2	15	35	1
	Aforo Promedio		408	1364	158	3	75	1	17	30	2
2	Av. Primavera E - O	1°	240	1379	78	1	73	0	5	30	4
		2°	252	1418	90	1	58	0	1	27	2
		3°	313	1452	70	3	73	1	3	26	3
		4°	344	1483	77	2	65	1	2	25	1
	Aforo Promedio		288	1433	79	2	68	1	3	27	3
3	Av. Velasco Astete N - S	1°	100	254	95	2	3	0	2	5	6
		2°	102	216	115	1	2	1	3	3	1
		3°	110	205	152	1	5	0	4	2	3
		4°	109	284	159	3	1	1	3	2	2
	Aforo Promedio		106	240	131	2	3	1	3	3	3
4	Av. Velasco Astete S - N	1°	183	450	55	1	9	1	2	10	2
		2°	161	216	58	2	2	1	0	3	1
		3°	154	370	65	0	5	1	4	8	1
		4°	147	375	100	3	8	0	3	2	1
	Aforo Promedio		162	353	70	2	6	1	3	6	2

Figura 31. Resumen de aforos vehiculares

Fuente: Elaboración propia

Ahora, se muestran los volúmenes totales para cada uno de los accesos, considerando la sumatoria de las cantidades de cada tipo de vehículo (Vehículos ligeros, buses y vehículos pesados):

HOJA DE TRABAJO: VOLUMEN DE TRÁNSITO					
1	Av. Primavera O - E	TOTAL - Vehículos ligeros/pesados y buses			
			L	T	R
		Aforo	428	1469	161
		% VP	4%	2%	1%
2	Av. Primavera E - O	TOTAL - Vehículos ligeros/pesados y buses			
			L	T	R
		Aforo	293	1528	83
		% VP	1%	2%	4%
3	Av. Velasco Astete N - S	TOTAL - Vehículos ligeros/pesados y buses			
			L	T	R
		Aforo	111	246	135
		% VP	3%	1%	2%
4	Av. Velasco Astete S - N	TOTAL - Vehículos ligeros/pesados y buses			
			L	T	R
		Aforo	167	365	73
		% VP	2%	2%	3%

Figura 32. Volumen de tránsito de vehículos por acceso

Fuente: Elaboración propia

De la figura 30, los datos de %VP corresponden al porcentaje (en volumen) que representan los vehículos pesados, estos valores son los que se introducirán como data al software Synchro 11.0.

5.1.3. MODELO DE SIMULACIÓN DE TRÁNSITO

El software utilizado para la presente tesis Synchro 11.0, permite crear modelos de simulación de tránsito para varios tipos de intersecciones y segmentos viales; estos modelos sirven como apoyo para poder determinar el nivel de servicio de la instalación vial modelada. Para el presente caso se creó un modelo para intersección de tipo señalizadas, basándonos en una imagen satelital proveniente del software Google Earth Pro se acondicionó el espacio para cada uno de los accesos de la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete. A continuación, se muestra el procedimiento seguido:

- Generación de la geometría: Del ítem 5.2.3. se obtienen el número de carriles y el ancho de cada uno de estos por cada acceso, el software permite acondicionar estos accesos, y a su vez se debe especificar los movimientos que cada uno de los carriles representa, en este caso los movimientos de carriles directos y carriles de giros a la izquierda y derecha (así como los compartidos).

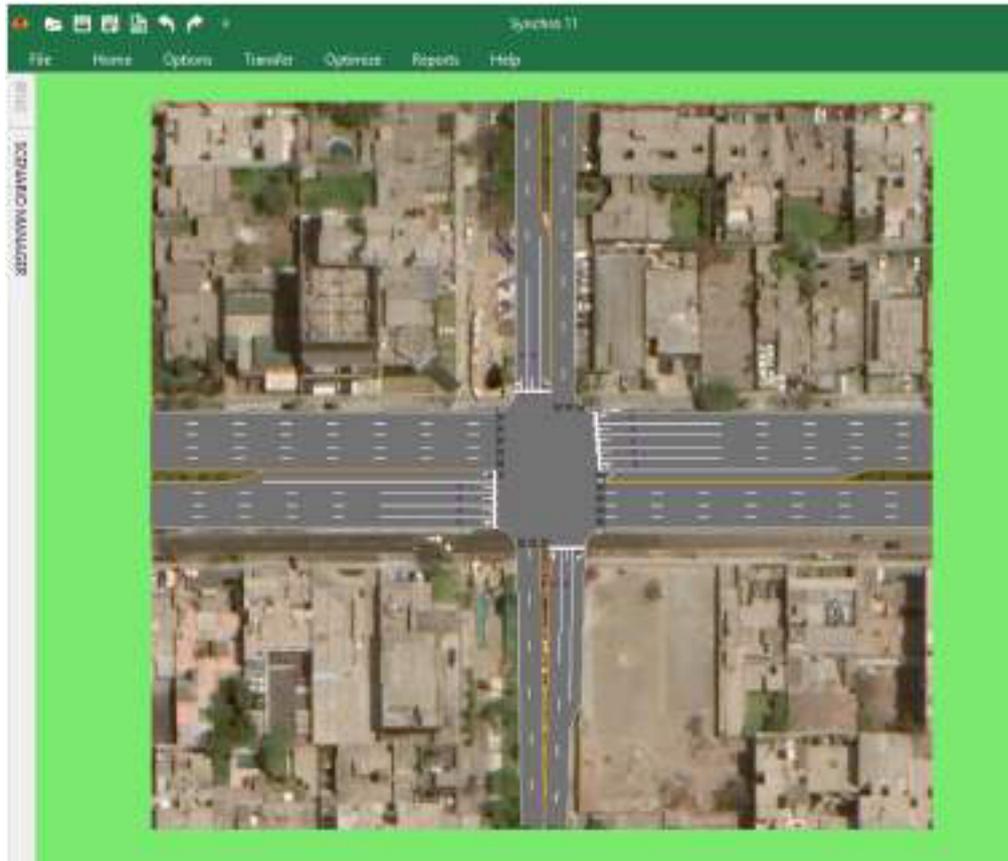


Figura 33. Datos geométricos del modelo de tránsito

Fuente: Elaboración propia

- Datos de carril: Una vez se generó la geometría de la intersección se procedió a colocar todos los datos referentes al volumen de tránsito, longitud de carriles de acceso, velocidad de proximidad y longitudes de las bahías de giro, a su vez el software facilita el cálculo de los diferentes factores de carriles para cada acceso. A continuación, se muestran los datos de volumen de tránsito en general y los datos de carril para cada uno de los accesos:

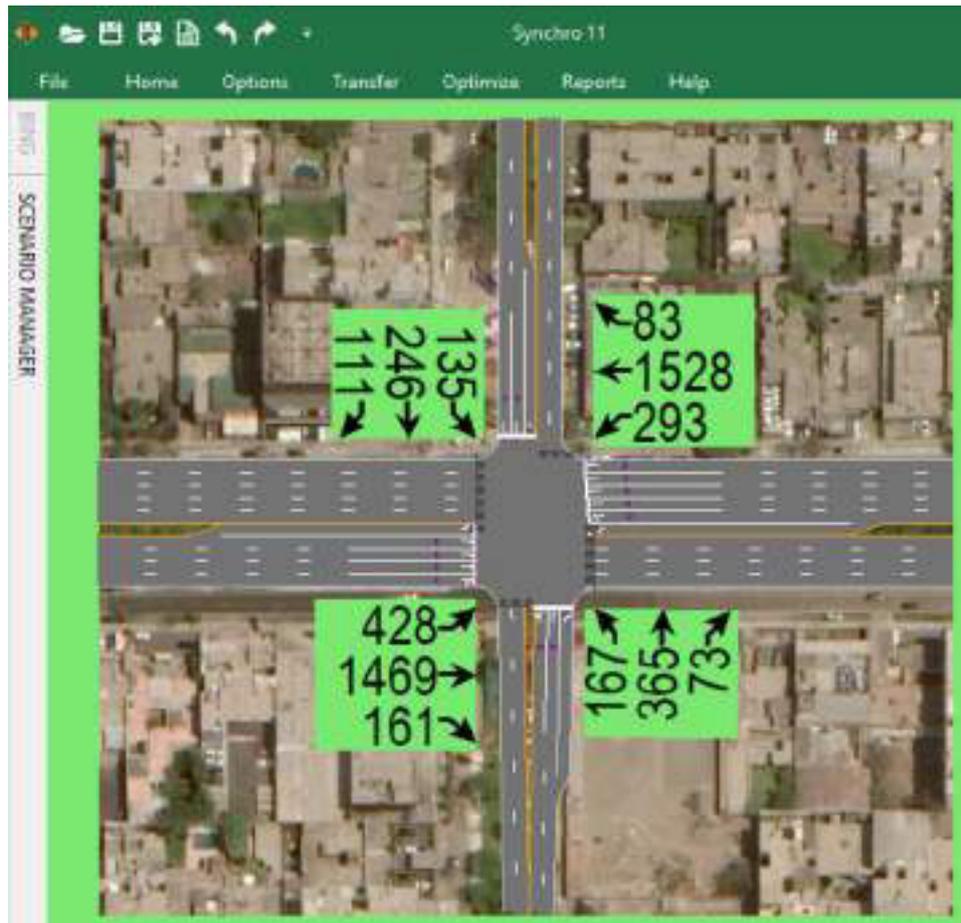


Figura 34. Datos de volumen de tránsito

Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Datos de entrada (carril) – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia



Figura 36. Datos de entrada (carril) – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Datos de entrada (carril) – Av. Alejandro Velasco A. N – S

Fuente: Elaboración propia

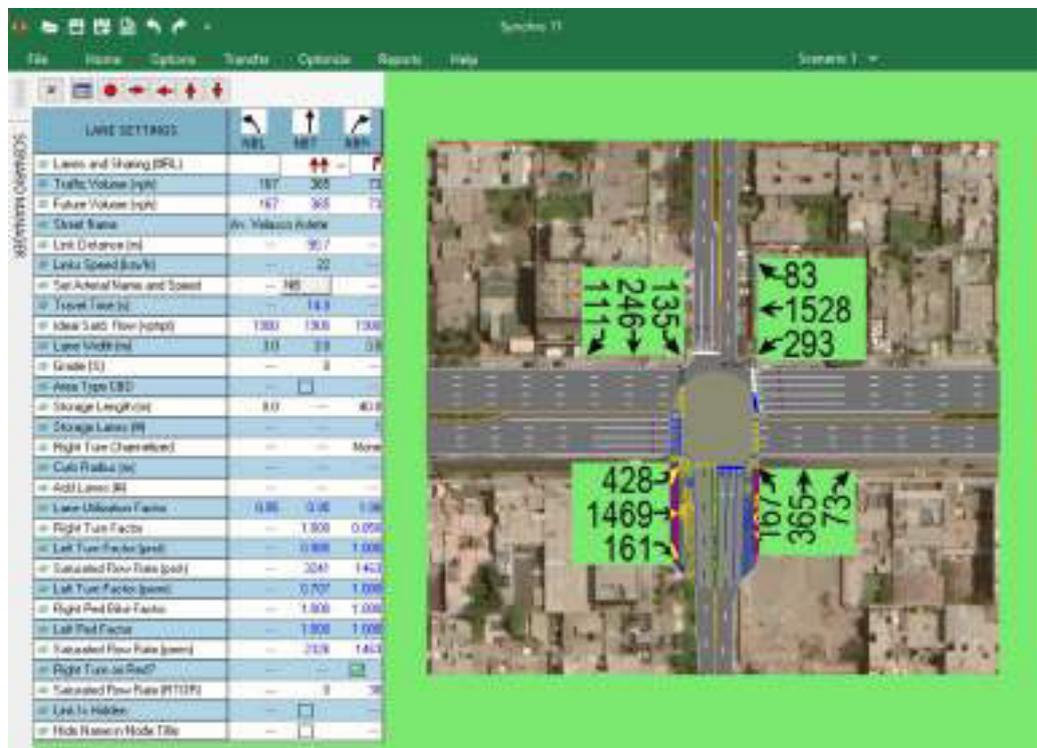


Figura 38. Datos de entrada (carril) – Av. Alejandro Velasco A. S – N

Fuente: Elaboración propia

- Datos de volumen: Una vez colocados los datos de carril, se procedió a llenar los datos relacionados con el volumen del cruce (tránsito), los cuales son el porcentaje de vehículos pesados por cada acceso y el número de buses que se detienen en la intersección para recoger o dejar pasajeros, además, los factores y coeficientes de cálculo correspondientes se calculan y se muestran en la data generada, entonces, se muestra la tabla resumen para todos los accesos y movimientos de la intersección:

VOLUME SETTINGS	EBL	EST	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBP	SBL	SBT	SBP
Lanes and Sharing (BRL)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Traffic Volume (vph)	420	1468	167	293	1528	83	167	365	73	135	246	111
Developmental Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	420	1468	167	293	1528	83	167	365	73	135	246	111
Future Volume (vph)	420	1468	167	293	1528	83	167	365	73	135	246	111
Conflicting Ped. (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.70	0.92	0.92	0.70	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	485	1580	185	318	1643	100	182	420	94	163	293	134
Heavy Vehicles (%)	4	2	1	1	2	4	2	2	3	2	1	3
Bus Blockages (#/hr)	0	18	0	0	16	0	0	2	0	0	1	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Manuevers (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traffic from midblock (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Link OD Volumes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traffic in shared lane (%)	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0
Lane Group Flow (vph)	485	1785	0	218	1651	0	0	182	94	163	417	0

Figura 39. Datos de entrada (volumen) – Resumen general

Fuente: Elaboración propia

- Datos de fase: Una vez determinados todos los datos de carril y volumen de tránsito de la intersección, se procedió a configurar los movimientos de cada uno de los accesos, estos están numerados y pertenecen a una fase en específico, esta va a ser delimitada a su vez por el ciclo semafórico, desarrollado en el siguiente ítem, a continuación, se muestra la tabla de fases que se ha considerado para la presente tesis:

The screenshot shows a window titled "Phase Template Editor" with a table of traffic phases. The table has two rows: "North South Arterial" and "East West Arterial". The columns represent different phase types: EDL, EBT, WDL, WBT, NBL, NBT, SDL, and SBT. Each cell in the table contains a numerical value representing the phase duration or order.

	EDL	EBT	WDL	WBT	NBL	NBT	SDL	SBT
North South Arterial	7	4	3	8	5	2	1	6
East West Arterial	5	2	1	6	3	8	7	4

Figura 40. Tabla de fases – Resumen general

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico, se existen dos tipos de fases generales, “North South Arterial” y “East West Arterial” (siglas EB-WB y NB-SB), éstas se utilizan cuando la avenida principal de una intersección es la de dirección Norte-Sur o Este-Oeste respectivamente, en el caso de la presente tesis se toma por dirección principal la dirección Este-Oeste debido a tener un mayor aforo de vehículos; luego, de las siglas que determinan la dirección de los movimientos se deriva la numeración de estos, y el orden elegido para la intersección de estudio se reflejará en la simulación de tránsito en conjunto al ciclo semafórico. Se muestra el resumen de los datos de fase para cada uno de los accesos:

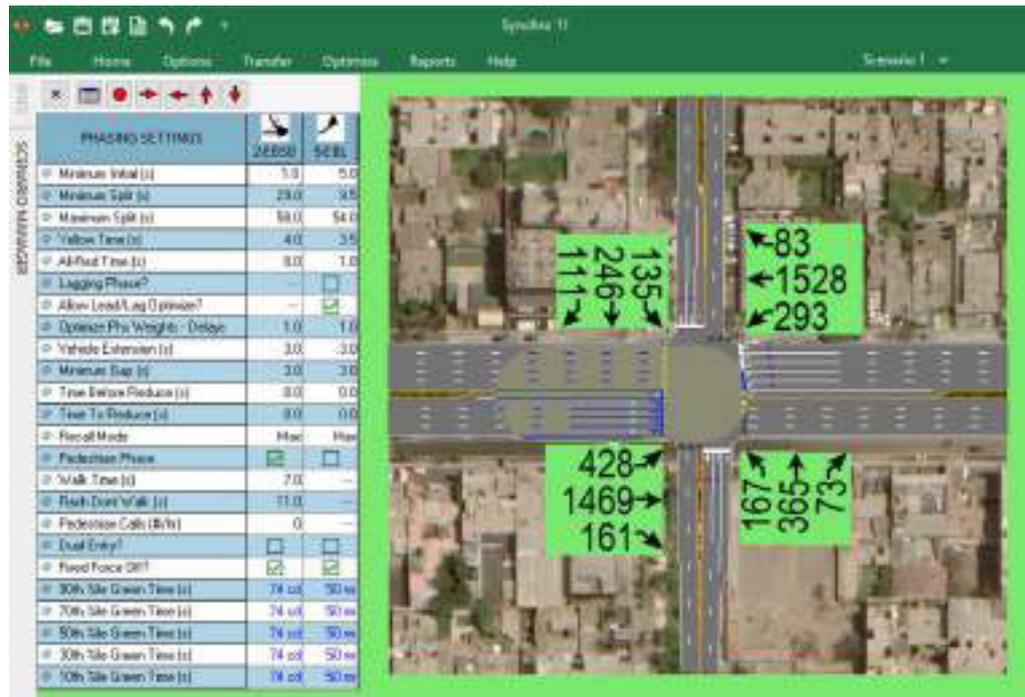


Figura 41. Datos de entrada (fases) – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia

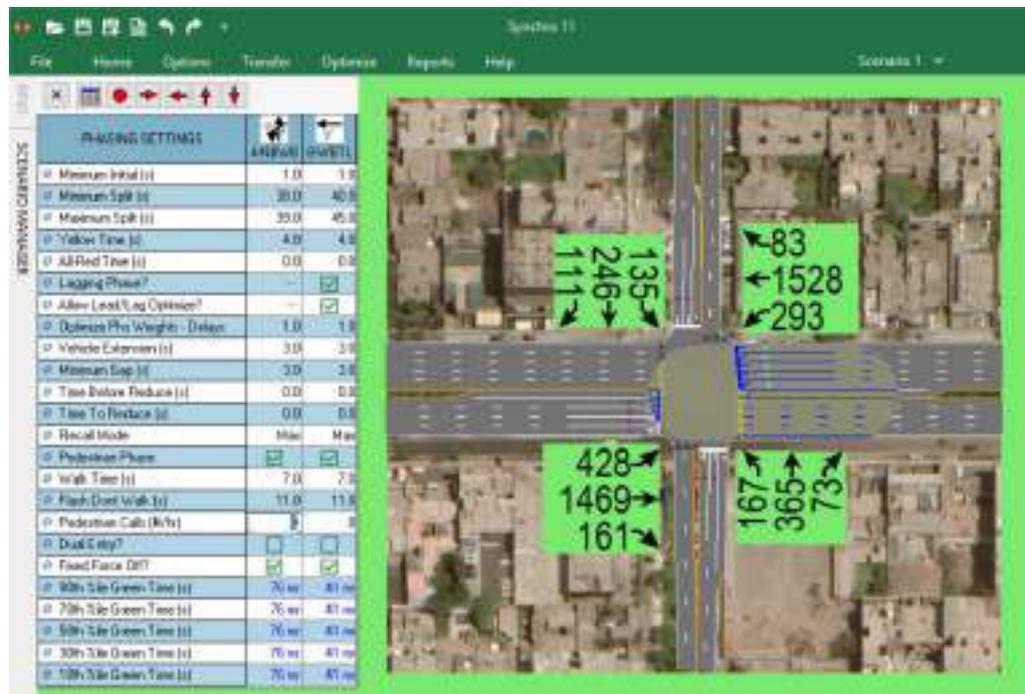


Figura 42. Datos de entrada (fase) – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia

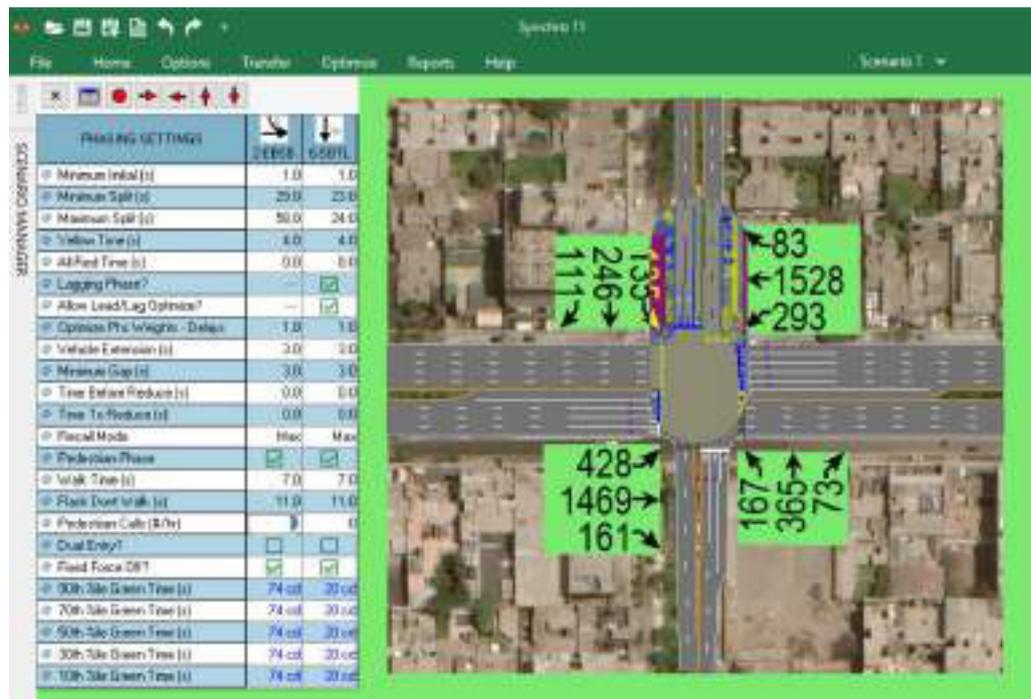


Figura 43. Datos de entrada (fases) – Avenida Alejandro Velasco A. N – S

Fuente: Elaboración propia



Figura 44. Datos de entrada (fases) – Avenida Alejandro Velasco A. S – N

Fuente: Elaboración propia

- Datos de ciclo semafórico: De las mediciones realizadas en referencia al ítem 5.2.2. se obtuvieron los tiempos para cada fase del ciclo semafórico, estas cantidades se introdujeron en las tablas de fase para cada acceso, considerando los tiempos completos del ciclo semafórico, ciclos de ámbar y todo rojo, tratando de obtener una simulación lo más parecida a la realidad de la intersección.

Por tanto, para la presente intersección, la distribución de los movimientos según el ciclo semafórico es inusual si se compara con el estándar de las fases de movimientos para una intersección (tiempos de todo verde comienzan por igual tanto para direcciones N-S, S-N y E-O, O-E a la vez), esto hizo que se generara un conflicto para los movimientos en el software Synchro (ver figura 43) pero eso no impidió poder obtener el nivel de servicio vehicular para los accesos, el tema del conflicto que se genera para estas fases se desarrolla de forma más específica dentro de la alternativa de mejora del NdS (capítulo 6 de la presente tesis). Se muestra el resumen con los datos de temporización y ciclo semafórico:

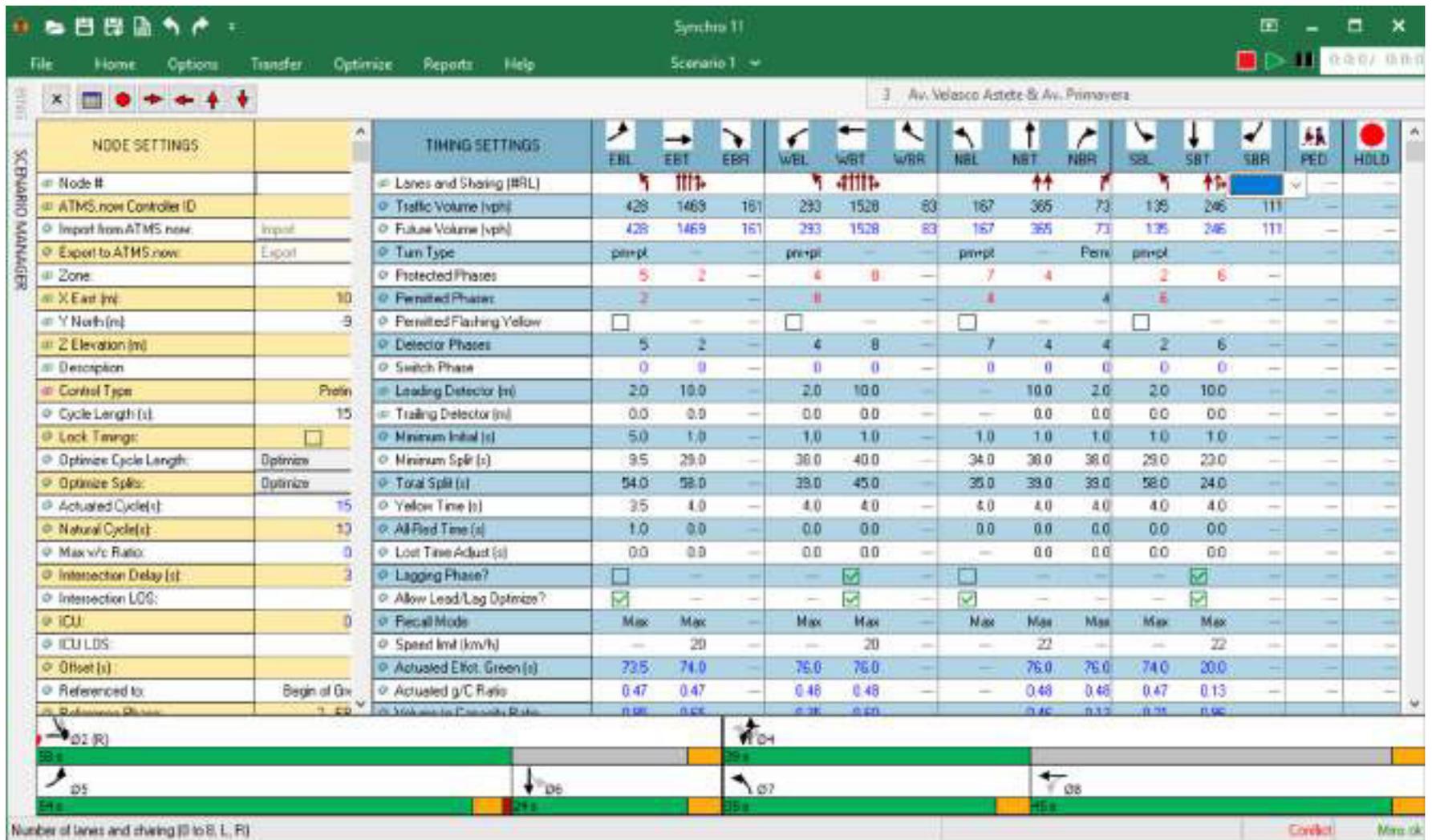


Figura 45. Datos del ciclo semafórico – Resumen general

Fuente: Elaboración propia

5.1.4. NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR

Con todos los datos expuestos y desarrollados en los ítems anteriores se tienen los valores de grados de saturación y las demoras de la intersección para cada uno de los accesos.

Para la presente, se cuenta cada valor del grado de saturación por cada acceso, y se realiza un promedio ponderado en función al volumen de tránsito, de esa forma se obtiene un valor para cada acceso. A continuación, se muestran dichos resultados:

Tabla 8. Grados de Saturación y Demora de la Intersección

	Grado de Saturación	Demora (Seg)
Av. Primavera E-O	0.65	30.30
Av. Primavera O-E	0.58	37.60
Av. Velasco Astete N-S	0.69	75.70
Av. Velasco Astete S-N	0.41	25.70

Fuente: Elaboración propia

Luego, según la tabla 2 correspondiente al ítem 4.2.9. de la presente tesis se puede determinar el nivel de servicio para cada acceso, siendo estos los siguientes:

Tabla 9. Niveles de Servicio para la Intersección

	N.S. ACCESOS	N.S. INTERSECCIÓN
Av. Primavera E-O	C	D
Av. Primavera O-E	D	
Av. Velasco Astete N-S	E	
Av. Velasco Astete S-N	C	

Fuente: Elaboración propia

Del resultado obtenido, se determina que debido al nivel de servicio D en la intersección, se tiene un tránsito denso y una disminución en la maniobrabilidad de los usuarios, lo cual ocasiona incomodidad en todos los usuarios de la intersección. En el siguiente capítulo se realizará un análisis e interpretación de todos estos datos.

5.2. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL – AV. PRIMAVERA Y AV. VELASCO ASTETE

Para calcular el Nivel de servicio peatonal, se utilizó la siguiente fórmula, construida a partir de las ecuaciones mostradas en el capítulo anterior:

Puntuación del Nivel de Servicio Peatonal: $0.00569 * (RTOR + PermLefts) + 0.00013 * (PerpTrafVol * PerpTrafSpeed) + 0.0681 * LanesCrossed^{0.514} + 0.0401 * \ln(PedDelay) - RTCI * (0.0027 * PerpTrafVol - 0.1946) + 1.7806$

Dichas variables se describirán a continuación.

5.2.1. DATOS DE ENTRADA

Los datos necesarios para utilizar la ecuación anterior se describen de la siguiente manera:

- RTOR: Cantidad de vehículos que giran hacia la derecha dentro de 15 minutos.
- PermLefts: Cantidad de vehículos que giran hacia la izquierda dentro de 15 minutos.
- PerpTrafVol: Cantidad de vehículos que siguen de frente dentro de 15 minutos.
- PerpTrafSpeed: Velocidad máxima permitida (en km/h)
- LanesCrossed: Número de carriles que el peatón cruza.
- RTCI: Cant. de carriles con giro der. que tengan isleta de canalización
- PedDelay: Demora peatonal promedio, hallada de acuerdo con el HCM 2010.

$$PedDelay = \frac{(C-VerdeEfectivo)^2}{2 * C}$$

Siendo estos datos, los generados a partir de las hojas de trabajo presentadas en el subcapítulo anterior.

5.2.2. CÁLCULO DE LA DEMORA PEATONAL

Se identificaron 10 semáforos peatonales, ilustrados en la siguiente imagen:

$$\text{PedDelay} = \frac{(C - \text{VerdeEfectivo})^2}{2 * C}$$



Figura 46. Semáforos ubicados en la intersección

Fuente: Elaboración propia

Para cada semáforo se realizó la medición del ciclo semafórico, obteniendo lo siguiente:

Tabla 10. Medidas del ciclo semafórico peatonal

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE DATOS					
INFORMACIÓN GENERAL					UNMSM Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNIVERSITY OF THE SOUTH
Tesis	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera v Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima				
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño	Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete		
Institución:	UNMSM	Año de análisis:	2022		
Tiempo de análisis:	Variable	Fecha:	23 de junio		
DATOS - CICLO SEMAFÓRICO (tiempo)					
Ciclo Semafórico Peatonal					
ITEM	LUZ	TIEMPO (S)	TIEMPO (S)	TIEMPO (S)	TIEMPO (S)
1	VERDE EFECTIVO PEATONAL	28	47	28	47
	ROJO	41	62	41	62
	CICLO	69	109	69	109
2	VERDE EFECTIVO PEATONAL	58	58	58	58
	ROJO	123	123	123	123
	CICLO	181	181	181	181

3	VERDE EFECTIVO PEATONAL	58	58	58	58
	ROJO	122	122	122	122
	CICLO	180	180	180	180
4	VERDE EFECTIVO PEATONAL	27	47	27	47
	ROJO	43	63	43	63
	CICLO	70	110	70	110
5	VERDE EFECTIVO PEATONAL	48	48	48	48
	ROJO	171	171	171	171
	CICLO	219	219	219	219
6	VERDE EFECTIVO PEATONAL	71	53	50	50
	ROJO	148	149	147	147
	CICLO	219	202	197	197
7	VERDE EFECTIVO PEATONAL	49	49	49	49
	ROJO	130	130	130	130
	CICLO	179	179	179	179
8	VERDE EFECTIVO PEATONAL	48	48	48	48
	ROJO	132	132	132	132
	CICLO	180	180	180	180
9	VERDE EFECTIVO PEATONAL	38	58	38	58
	ROJO	52	32	52	32
	CICLO	90	90	90	90
10	VERDE EFECTIVO PEATONAL	58	58	58	58
	ROJO	120	120	120	120
	CICLO	178	178	178	178

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, existen 4 semáforos cuyo ciclo semafórico no es constante; por lo que, calculando el PedDelay se obtienen los valores mostrados en la siguiente tabla.

Se indican los valores del PedDelay de los semáforos con ciclo constante (resaltados con azul) y, de los semáforos cuyo ciclo es variable (resaltados con anaranjado), se tomará el peor de los casos (en donde la demora peatonal es mayor):

Tabla 11. Demora peatonal a considerar para cada semáforo

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE DATOS				
INFORMACIÓN GENERAL				
Tesis	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete.			
Encargado:	Laurente - Brigitte	Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:	UNMSM	Año de análisis:	2022	
Tiempo de análisis:	Variable	Fecha:	23 de junio	
DATOS - CICLO SEMAFÓRICO (tiempo)				
Ciclo Semafórico Peatonal				
ITEM	PEDDELAY	PEDDELAY	PEDDELAY	PEDDELAY
1	12.18	17.63	12.18	17.63
2	41.79	41.79	41.79	41.79
3	41.34	41.34	41.34	41.34
4	13.21	18.04	13.21	18.04
5	66.76	66.76	66.76	66.76
6	50.01	54.95	54.85	54.85
7	47.21	47.21	47.21	47.21
8	48.40	48.40	48.40	48.40
9	15.02	5.69	15.02	5.69
10	40.45	40.45	40.45	40.45

Fuente: Elaboración propia

5.2.3. CÁLCULO DE LA DEMORA PEATONAL:

Se realizaron las mediciones correspondientes en intervalos de 15 minutos, desde las 6:00 am hasta las 10:00pm, es decir, 16 horas, sin embargo, se tomaron las horas más representativas (las mismas consideradas anteriormente para el cálculo de nivel de servicio vehicular), desde las 3:00pm hasta las 7:00pm. Los datos obtenidos se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 12. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera Oeste – Este antes de la intersección.

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL									
INFORMACIÓN GENERAL									
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima								
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño			Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete				
Institución:	-			Año de análisis:	2022				
Tiempo de análisis:	-			Fecha:	23 de junio				
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NdS PEATONAL									
Acceso:	AV PRIMAVERA			Dirección:	O - E antes de interseccion				
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS								
	RTOR	Perm Lefts	Perp TrafVol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	PedDelay	Punt. NSP	
1	3:00 - 3:15 pm	44	81	374	0	60	5	18.04	5.6808
	3:15 - 3:30 pm	42	83	377	0	60	5	18.04	5.7042
	3:30 - 3:45 pm	39	84	364	0	60	5	18.04	5.5914
	3:45 - 4:00 pm	41	77	368	0	60	5	18.04	5.5942
2	4:00 - 4:15 pm	40	80	361	0	60	5	18.04	5.5509
	4:15 - 4:30 pm	40	66	376	0	60	5	18.04	5.5883
	4:30 - 4:45 pm	45	69	366	0	60	5	18.04	5.5558
	4:45 - 5:00 pm	38	78	363	0	60	5	18.04	5.5438
3	5:00 - 5:15 pm	45	136	315	0	60	5	18.04	5.5392
	5:15 - 5:30 pm	29	137	376	0	60	5	18.04	5.9297
	5:30 - 5:45 pm	45	134	351	0	60	5	18.04	5.8086
	5:45 - 6:00 pm	41	121	343	0	60	5	18.04	5.6495
4	6:00 - 6:15 pm	45	167	355	0	60	5	18.04	6.0276
	6:15 - 6:30 pm	26	136	382	0	60	5	18.04	5.9537
	6:30 - 6:45 pm	41	138	412	0	60	5	18.04	6.2844
	6:45 - 7:00 pm	41	121	385	0	60	5	18.04	5.9771

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera Oeste – Este después de la intersección.

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL												
INFORMACIÓN GENERAL												
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima											
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño							Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:	-							Año de análisis:	2022			
Tiempo de análisis:	-							Fecha:	23 de junio			
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NdS PEATONAL												
Acceso:	AV. PRIMAVERA							Dirección:	O - E antes de interseccion			
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS											
	RTOR	Perm Lefts	PRIM OE front	AST NS izq	AST SN der	PerpTraf Vol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	Ped Delay	Punt. NSP	
1	3:00 - 3:15 pm	0	0	374	22	18	414	0	60	4	48.4	5.3042
	3:15 - 3:30 pm	0	0	377	29	10	416	0	60	4	48.4	5.3198
	3:30 - 3:45 pm	0	0	364	29	16	409	0	60	4	48.4	5.2652
	3:45 - 4:00 pm	0	0	368	24	14	406	0	60	4	48.4	5.2418
2	4:00 - 4:15 pm	0	0	361	38	16	415	0	60	4	48.4	5.3120
	4:15 - 4:30 pm	0	0	376	27	16	419	0	60	4	48.4	5.3432
	4:30 - 4:45 pm	0	0	366	31	14	411	0	60	4	48.4	5.2808
	4:45 - 5:00 pm	0	0	363	22	14	399	0	60	4	48.4	5.1872
3	5:00 - 5:15 pm	0	0	315	34	16	365	0	60	4	48.4	4.9220
	5:15 - 5:30 pm	0	0	376	31	15	422	0	60	4	48.4	5.3666
	5:30 - 5:45 pm	0	0	351	23	17	391	0	60	4	48.4	5.1248
	5:45 - 6:00 pm	0	0	343	27	19	389	0	60	4	48.4	5.1092
4	6:00 - 6:15 pm	0	0	355	26	28	409	0	60	4	48.4	5.2652
	6:15 - 6:30 pm	0	0	382	27	24	433	0	60	4	48.4	5.4524
	6:30 - 6:45 pm	0	0	412	29	24	465	0	60	4	48.4	5.7020
	6:45 - 7:00 pm	0	0	385	33	25	443	0	60	4	48.4	5.5304

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera Este – Oeste antes de la intersección.

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL									 UNMSM Universidad Nacional Mayor de San Marcos Universidad del Perú, Decana de América
INFORMACIÓN GENERAL									
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima								
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño			Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete				
Institución:	-			Año de análisis:	2022				
Tiempo de análisis:	-			Fecha:	23 de junio				
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NdS PEATONAL									
Acceso:	AV PRIMAVERA			Dirección:	E-O antes de la intersección				
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS								
	RTOR	Perm Lefts	Perp TrafVol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	PedDelay	Punt. NSP	
1	3:00 - 3:15 pm	22	49	368	0	60	6	15,02	5.3347
	3:15 - 3:30 pm	22	76	372	0	60	6	15,02	5.5195
	3:30 - 3:45 pm	20	62	366	0	60	6	15,02	5.3817
	3:45 - 4:00 pm	18	59	376	0	60	6	15,02	5.4312
2	4:00 - 4:15 pm	26	64	382	0	60	6	15,02	5.5520
	4:15 - 4:30 pm	18	64	365	0	60	6	15,02	5.3739
	4:30 - 4:45 pm	25	56	380	0	60	6	15,02	5.4852
	4:45 - 5:00 pm	23	70	376	0	60	6	15,02	5.5223
3	5:00 - 5:15 pm	17	73	389	0	60	6	15,02	5.6066
	5:15 - 5:30 pm	26	85	389	0	60	6	15,02	5.7261
	5:30 - 5:45 pm	11	83	387	0	60	6	15,02	5.6138
	5:45 - 6:00 pm	20	78	386	0	60	6	15,02	5.6287
4	6:00 - 6:15 pm	27	88	387	0	60	6	15,02	5.7332
	6:15 - 6:30 pm	17	97	391	0	60	6	15,02	5.7588
	6:30 - 6:45 pm	15	79	401	0	60	6	15,02	5.7230
	6:45 - 7:00 pm	20	84	394	0	60	6	15,02	5.7253

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera Este – Oeste después de la intersección.

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL												
INFORMACIÓN GENERAL												
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima											
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Nño							Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:	-							Año de análisis:	2022			
Tiempo de análisis:	-							Fecha:	23 de junio			
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NdS PEATONAL												
Acceso:	AV. PRIMAVERA							Dirección:	E-O después de la intersección			
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS											
	RTOR	Perm Lefts	PRIM OE front	AST NS izq	AST \$N der	PerpTraf Vol	RTCI	PerpTraf \$peed	Lanes Crossed	Ped Delay	Punt. NSP	
1	3:00 - 3:15 pm	0	0	368	30	44	442	0	60	5	41,79	5.5336
	3:15 - 3:30 pm	0	0	372	28	50	450	0	60	5	41,79	5.5960
	3:30 - 3:45 pm	0	0	366	21	50	437	0	60	5	41,79	5.4946
	3:45 - 4:00 pm	0	0	376	22	42	440	0	60	5	41,79	5.5180
2	4:00 - 4:15 pm	0	0	382	30	51	463	0	60	5	41,79	5.6974
	4:15 - 4:30 pm	0	0	365	25	41	431	0	60	5	41,79	5.4478
	4:30 - 4:45 pm	0	0	380	33	38	451	0	60	5	41,79	5.6038
	4:45 - 5:00 pm	0	0	376	29	33	438	0	60	5	41,79	5.5024
3	5:00 - 5:15 pm	0	0	389	39	40	468	0	60	5	41,79	5.7364
	5:15 - 5:30 pm	0	0	389	49	39	477	0	60	5	41,79	5.8066
	5:30 - 5:45 pm	0	0	387	36	41	464	0	60	5	41,79	5.7052
	5:45 - 6:00 pm	0	0	386	31	38	455	0	60	5	41,79	5.6350
4	6:00 - 6:15 pm	0	0	387	44	37	468	0	60	5	41,79	5.7364
	6:15 - 6:30 pm	0	0	391	36	47	474	0	60	5	41,79	5.7832
	6:30 - 6:45 pm	0	0	401	42	36	479	0	60	5	41,79	5.8222
	6:45 - 7:00 pm	0	0	394	40	33	467	0	60	5	41,79	5.7286

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete Norte - Sur antes de la intersección.

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL									
INFORMACIÓN GENERAL									
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima								
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño			Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete				
Institución:	-			Año de análisis:	2022				
Tiempo de análisis:	-			Fecha:	23 de junio				
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NdS PEATONAL									
Acceso:	AV PRIMAVERA			Dirección:	N-S antes de la intersección				
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS								
	RTOR	Perm Lefts	Perp TrafVol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	PedDelay	Punt. NSP	
1	3:00 - 3:15 pm	30	22	50	0	60	3	66,76	2.7547
	3:15 - 3:30 pm	28	29	70	0	60	3	66,76	2.9392
	3:30 - 3:45 pm	21	29	68	0	60	3	66,76	2.8837
	3:45 - 4:00 pm	22	24	74	0	60	3	66,76	2.9078
2	4:00 - 4:15 pm	30	38	56	0	60	3	66,76	2.8926
	4:15 - 4:30 pm	25	27	54	0	60	3	66,76	2.7859
	4:30 - 4:45 pm	33	31	60	0	60	3	66,76	2.9010
	4:45 - 5:00 pm	29	22	51	0	60	3	66,76	2.7568
3	5:00 - 5:15 pm	39	34	52	0	60	3	66,76	2.8898
	5:15 - 5:30 pm	49	31	59	0	60	3	66,76	2.9842
	5:30 - 5:45 pm	36	23	49	0	60	3	66,76	2.7868
	5:45 - 6:00 pm	31	27	52	0	60	3	66,76	2.8045
4	6:00 - 6:15 pm	44	26	68	0	60	3	66,76	2.9975
	6:15 - 6:30 pm	36	27	80	0	60	3	66,76	3.0513
	6:30 - 6:45 pm	42	29	67	0	60	3	66,76	2.9954
	6:45 - 7:00 pm	40	33	72	0	60	3	66,76	3.0458

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete Norte - Sur después de la intersección.

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL												
INFORMACIÓN GENERAL												
Tesis:		Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:		Paul Laurente - Brigitte Nño						Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete		
Institución:		-						Año de análisis:		2022		
Tiempo de análisis:		-						Fecha:		23 de junio		
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NdS PEATONAL												
Acceso:		AV. PRIMAVERA						Dirección:		N-S después de la intersección		
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS											
	RTOR	Perm Lefts	PRIM OE frent	AST NS izq	AST S N der	PerpTraf Vol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	Ped Delay	Punt. NSP	
1	3:00 - 3:15 pm	0	0	50	44	49	143	0	60	2	40.45	3.1416
	3:15 - 3:30 pm	0	0	70	42	76	188	0	60	2	40.45	3.4926
	3:30 - 3:45 pm	0	0	68	39	62	169	0	60	2	40.45	3.3444
	3:45 - 4:00 pm	0	0	74	41	59	174	0	60	2	40.45	3.3834
2	4:00 - 4:15 pm	0	0	56	40	64	160	0	60	2	40.45	3.2742
	4:15 - 4:30 pm	0	0	54	40	64	158	0	60	2	40.45	3.2586
	4:30 - 4:45 pm	0	0	60	45	56	161	0	60	2	40.45	3.2820
	4:45 - 5:00 pm	0	0	51	38	70	159	0	60	2	40.45	3.2664
3	5:00 - 5:15 pm	0	0	52	45	73	170	0	60	2	40.45	3.3522
	5:15 - 5:30 pm	0	0	59	29	85	173	0	60	2	40.45	3.3756
	5:30 - 5:45 pm	0	0	49	45	83	177	0	60	2	40.45	3.4068
	5:45 - 6:00 pm	0	0	52	41	78	171	0	60	2	40.45	3.3600
4	6:00 - 6:15 pm	0	0	68	45	88	201	0	60	2	40.45	3.5940
	6:15 - 6:30 pm	0	0	80	26	97	203	0	60	2	40.45	3.6096
	6:30 - 6:45 pm	0	0	67	41	79	187	0	60	2	40.45	3.4848
	6:45 - 7:00 pm	0	0	72	41	84	197	0	60	2	40.45	3.5628

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete Norte-Sur antes de la intersección.

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL									
INFORMACIÓN GENERAL									
Tesis:		Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima							
Encargado:		Paul Laurente - Brigitte Niño			Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete		
Institución:		-			Año de análisis:		2022		
Tiempo de análisis:		-			Fecha:		23 de junio		
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NdS PEATONAL									
Acceso:		AV PRIMAVERA			Dirección:		N-S antes de la intersección		
Periodo de Análisis		DATOS NECESARIOS							
		RTOR	Perm Lefts	Perp TrafVol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	PedDelay	Punt NSP
1	3:00 - 3:15 pm	18	44	118	1	60	3	40.45	3.1979
	3:15 - 3:30 pm	10	50	108	1	60	3	40.45	3.1356
	3:30 - 3:45 pm	16	50	118	1	60	3	40.45	3.2207
	3:45 - 4:00 pm	14	42	125	1	60	3	40.45	3.1995
2	4:00 - 4:15 pm	16	51	56	1	60	3	40.45	2.9102
	4:15 - 4:30 pm	16	41	54	1	60	3	40.45	2.8431
	4:30 - 4:45 pm	14	38	60	1	60	3	40.45	2.8452
	4:45 - 5:00 pm	14	33	51	1	60	3	40.45	2.7709
3	5:00 - 5:15 pm	16	40	104	1	60	3	40.45	3.0924
	5:15 - 5:30 pm	15	39	102	1	60	3	40.45	3.0708
	5:30 - 5:45 pm	17	41	85	1	60	3	40.45	3.0069
	5:45 - 6:00 pm	19	38	92	1	60	3	40.45	3.0369
4	6:00 - 6:15 pm	28	37	99	1	60	3	40.45	3.1181
	6:15 - 6:30 pm	24	47	93	1	60	3	40.45	3.1216
	6:30 - 6:45 pm	24	36	97	1	60	3	40.45	3.0795
	6:45 - 7:00 pm	25	33	96	1	60	3	40.45	3.0630

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Datos para obtener la puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete Norte-Sur después de la intersección.

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL												
INFORMACIÓN GENERAL												
Tesis:	Propuesta de mejora del NdS peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima											
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño							Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:	-							Año de análisis:	2022			
Tiempo de análisis:	-							Fecha:	23 de junio			
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NdS PEATONAL												
Acceso:	AV. PRIMAVERA							Dirección:	N-S después de la intersección			
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS											
	RTOR	Perm Lefts	PRIM OE front	AST NS izq	AST S N der	PerpTraf Vol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	Ped Delay	Punt. NSP	
1	1:00 - 3:15 pm	0	0	118	81	22	221	0	60	2	66.76	3.7701
	1:15 - 3:30 pm	0	0	108	83	22	213	0	60	2	66.76	3.7077
	1:30 - 3:45 pm	0	0	118	84	20	222	0	60	2	66.76	3.7779
	1:45 - 4:00 pm	0	0	125	77	18	220	0	60	2	66.76	3.7623
2	1:00 - 4:15 pm	0	0	56	80	26	162	0	60	2	66.76	3.3099
	1:15 - 4:30 pm	0	0	54	66	18	138	0	60	2	66.76	3.1227
	1:30 - 4:45 pm	0	0	60	69	25	154	0	60	2	66.76	3.2475
	1:45 - 5:00 pm	0	0	51	78	23	152	0	60	2	66.76	3.2319
3	1:00 - 5:15 pm	0	0	104	136	17	257	0	60	2	66.76	4.0509
	1:15 - 5:30 pm	0	0	102	137	26	265	0	60	2	66.76	4.1133
	1:30 - 5:45 pm	0	0	85	134	11	230	0	60	2	66.76	3.8403
	1:45 - 6:00 pm	0	0	92	121	20	233	0	60	2	66.76	3.8637
4	1:00 - 6:15 pm	0	0	99	167	27	293	0	60	2	66.76	4.3317
	1:15 - 6:30 pm	0	0	93	136	17	246	0	60	2	66.76	3.9651
	1:30 - 6:45 pm	0	0	97	138	15	250	0	60	2	66.76	3.9963
	1:45 - 7:00 pm	0	0	96	121	20	237	0	60	2	66.76	3.8949

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. PUNTUACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL

Con lo expuesto y desarrollado en los ítems anteriores se tiene las puntuaciones del NdS peatonal para los accesos. Utilizando la ecuación indicada anteriormente.

$$\text{Puntuación del Nivel de Servicio Peatonal: } 0.00569 * (RTOR + PermLefts) + 0.00013 * (PerpTrafVol * PerpTrafSpeed) + 0.0681 * LanesCrossed^{0.514} + 0.0401 * \ln(PedDelay) - RTCl * (0.0027 * PerpTrafVol - 0.1946) + 1.7806$$

A continuación, se muestran dichos resultados:

Tabla 20. Puntuación del nivel de servicio peatonal para la Av. Primavera O – E antes de la intersección.

Av Primavera Oeste - Este antes de la interseccion			
Periodo de Análisis		Puntuación NSP	Prom PNSP
1	3:00 - 3:15 pm	5.6808	5.7487
	3:15 - 3:30 pm	5.7042	
	3:30 - 3:45 pm	5.5914	
	3:45 - 4:00 pm	5.5942	
2	4:00 - 4:15 pm	5.5509	
	4:15 - 4:30 pm	5.5883	
	4:30 - 4:45 pm	5.5558	
	4:45 - 5:00 pm	5.5438	
3	5:00 - 5:15 pm	5.5392	
	5:15 - 5:30 pm	5.9297	
	5:30 - 5:45 pm	5.8087	
	5:45 - 6:00 pm	5.6495	
4	6:00 - 6:15 pm	6.0276	
	6:15 - 6:30 pm	5.9537	
	6:30 - 6:45 pm	6.2845	
	6:45 - 7:00 pm	5.9771	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera O – E después de la intersección.

Av Primavera Oeste - Este después de la interseccion			
Periodo de Análisis		Puntuación NSP	Prom PNSP
1	3:00 - 3:15 pm	5.3042	5.2955
	3:15 - 3:30 pm	5.3198	
	3:30 - 3:45 pm	5.2652	
	3:45 - 4:00 pm	5.2418	
2	4:00 - 4:15 pm	5.3120	
	4:15 - 4:30 pm	5.3432	
	4:30 - 4:45 pm	5.2808	
	4:45 - 5:00 pm	5.1872	
3	5:00 - 5:15 pm	4.9220	
	5:15 - 5:30 pm	5.3666	
	5:30 - 5:45 pm	5.1248	
	5:45 - 6:00 pm	5.1092	
4	6:00 - 6:15 pm	5.2652	
	6:15 - 6:30 pm	5.4524	
	6:30 - 6:45 pm	5.7020	
	6:45 - 7:00 pm	5.5304	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera E – O antes de la intersección.

Av Primavera Este - Oeste antes de la interseccion			
Periodo de Análisis		Puntuación NSP	Prom PNSP
1	3:00 - 3:15 pm	5.3347	5.5697
	3:15 - 3:30 pm	5.5195	
	3:30 - 3:45 pm	5.3817	
	3:45 - 4:00 pm	5.4312	
2	4:00 - 4:15 pm	5.5520	
	4:15 - 4:30 pm	5.3739	
	4:30 - 4:45 pm	5.4852	
	4:45 - 5:00 pm	5.5223	
3	5:00 - 5:15 pm	5.6066	
	5:15 - 5:30 pm	5.7261	
	5:30 - 5:45 pm	5.6138	
	5:45 - 6:00 pm	5.6287	
4	6:00 - 6:15 pm	5.7332	
	6:15 - 6:30 pm	5.7588	
	6:30 - 6:45 pm	5.7230	
	6:45 - 7:00 pm	5.7253	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Primavera E – O después de la intersección.

Av Primavera Este - Oeste despues de la interseccion			
Periodo de Análisis		Puntuación NSP	Prom PNSP
1	3:00 - 3:15 pm	5.5336	5.6467
	3:15 - 3:30 pm	5.5960	
	3:30 - 3:45 pm	5.4946	
	3:45 - 4:00 pm	5.5180	
2	4:00 - 4:15 pm	5.6974	
	4:15 - 4:30 pm	5.4478	
	4:30 - 4:45 pm	5.6038	
	4:45 - 5:00 pm	5.5024	
3	5:00 - 5:15 pm	5.7364	
	5:15 - 5:30 pm	5.8066	
	5:30 - 5:45 pm	5.7052	
	5:45 - 6:00 pm	5.6350	
4	6:00 - 6:15 pm	5.7364	
	6:15 - 6:30 pm	5.7832	
	6:30 - 6:45 pm	5.8222	
	6:45 - 7:00 pm	5.7286	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete N - S antes de la intersección.

Av Primavera Norte - Sur antes de la interseccion			
Periodo de Análisis		Puntuación NSP	Prom PNSP
1	3:00 - 3:15 pm	2.7547	2.8986
	3:15 - 3:30 pm	2.9392	
	3:30 - 3:45 pm	2.8838	
	3:45 - 4:00 pm	2.9078	
2	4:00 - 4:15 pm	2.8926	
	4:15 - 4:30 pm	2.7859	
	4:30 - 4:45 pm	2.9010	
	4:45 - 5:00 pm	2.7568	
3	5:00 - 5:15 pm	2.8898	
	5:15 - 5:30 pm	2.9843	
	5:30 - 5:45 pm	2.7868	
	5:45 - 6:00 pm	2.8045	
4	6:00 - 6:15 pm	2.9976	
	6:15 - 6:30 pm	3.0513	
	6:30 - 6:45 pm	2.9954	
	6:45 - 7:00 pm	3.0458	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete N - S después de la intersección.

Av Velasco Astete Norte - Sur despues de la interseccion			
Periodo de Análisis		Puntuación NSP	Prom PNSP
1	3:00 - 3:15 pm	3.1416	3.3868
	3:15 - 3:30 pm	3.4926	
	3:30 - 3:45 pm	3.3444	
	3:45 - 4:00 pm	3.3834	
2	4:00 - 4:15 pm	3.2742	
	4:15 - 4:30 pm	3.2586	
	4:30 - 4:45 pm	3.2820	
	4:45 - 5:00 pm	3.2664	
3	5:00 - 5:15 pm	3.3522	
	5:15 - 5:30 pm	3.3756	
	5:30 - 5:45 pm	3.4068	
	5:45 - 6:00 pm	3.3600	
4	6:00 - 6:15 pm	3.5940	
	6:15 - 6:30 pm	3.6096	
	6:30 - 6:45 pm	3.4848	
	6:45 - 7:00 pm	3.5628	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete S-N antes de la intersección.

Av Velasco Astete Sur - Norte antes de la interseccion			
Periodo de Análisis		Puntuación NSP	Prom PNSP
1	3:00 - 3:15 pm	3.1979	3.0445
	3:15 - 3:30 pm	3.1356	
	3:30 - 3:45 pm	3.2207	
	3:45 - 4:00 pm	3.1995	
2	4:00 - 4:15 pm	2.9102	
	4:15 - 4:30 pm	2.8431	
	4:30 - 4:45 pm	2.8452	
	4:45 - 5:00 pm	2.7709	
3	5:00 - 5:15 pm	3.0924	
	5:15 - 5:30 pm	3.0708	
	5:30 - 5:45 pm	3.0069	
	5:45 - 6:00 pm	3.0369	
4	6:00 - 6:15 pm	3.1181	
	6:15 - 6:30 pm	3.1216	
	6:30 - 6:45 pm	3.0795	
	6:45 - 7:00 pm	3.0630	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Puntuación del NdS peatonal para la Av. Velasco Astete S – N después de la intersección.

Av Velasco Astete Sur - Norte despues de la interseccion			
Periodo de Análisis		Puntuación NSP	Prom PNSP
1	3:00 - 3:15 pm	3.7701	3.7492
	3:15 - 3:30 pm	3.7077	
	3:30 - 3:45 pm	3.7779	
	3:45 - 4:00 pm	3.7623	
2	4:00 - 4:15 pm	3.3099	
	4:15 - 4:30 pm	3.1227	
	4:30 - 4:45 pm	3.2475	
	4:45 - 5:00 pm	3.2319	
3	5:00 - 5:15 pm	4.0509	
	5:15 - 5:30 pm	4.1133	
	5:30 - 5:45 pm	3.8403	
	5:45 - 6:00 pm	3.8637	
4	6:00 - 6:15 pm	4.3317	
	6:15 - 6:30 pm	3.9651	
	6:30 - 6:45 pm	3.9963	
	6:45 - 7:00 pm	3.8949	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. COMPORTAMIENTO DE LA INTERSECCIÓN FRENTE AL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR

De los resultados obtenidos del capítulo anterior, se ha evidenciado que existe una diferencia ampliamente marcada con respecto a los flujos de tránsito que admiten cada uno de los accesos, siendo los accesos correspondientes a la Av. Primavera los que admiten un mayor flujo vehicular. Aun así, a continuación, se muestran los principales parámetros para cada uno de los accesos:

6.1.1. RESULTADOS DEL ACCESO AV. PRIMAVERA E – O

A continuación, se presenta una tabla resumen con las variables principales y el nivel de servicio del acceso Av. Primavera (E – O).

Tabla 28. Resumen de resultados – Av. Primavera E – O

	Av. Primavera E - O		
	Mov. Izq	Mov. Directo	Mov. Der
Grupos de Movimientos y Carriles	↵	↵↵↵↵↵	
Volumen de tránsito (veh/h)	293	1528	83
Velocidad de llegada (km/h)	-	20	-
Tasa de flujo de los grupos de carriles (veh/h)	216	1851	0
Tasa de flujo de saturación ajustada (veh/h)	318	1643	106
Grado de saturación	0.35	0.60	-
Demora (seg)	27.8	30.6	-

Nivel de Serv. (Movimiento)	C	C	-
Demora del acceso	30.3		
Nivel de Serv. (acceso)	C		

Fuente: Elaboración propia

Los grupos de movimientos y carriles mostrados tienen simbología solo para los movimientos izq. y directos debido a que no hay un carril con movimientos exclusivos a la derecha, aun así, dentro del acceso se observa que existen carriles de movimientos compartidos tanto para la izquierda y derecha.

Se muestran los volúmenes para cada movimiento del acceso, datos que se obtuvieron de las mediciones realizadas en campo, y adicionalmente, por los factores de ajuste, se obtuvieron las tasas de flujo de saturación ajustadas para cada uno de los grupos de movimientos.

Luego, se muestran los valores de grado de saturación para los movimientos a la izquierda y directos, se observa de la tabla que dicho valor para los grupos de movimientos directos es de 0.60, lo cual implica que la capacidad total del acceso para este tipo de movimientos se encuentra en un 60%, por ende, los usuarios del acceso (en promedio) experimentarán retrasos y dificultades en la manejabilidad considerables, aunque tolerables; el grado de saturación para los grupos de movimientos a la izquierda no presentan mayores dificultades debido al 0.30 que representan.

Finalmente, la demora total del acceso de 30.3 segundos representa un nivel de servicio total de C, lo cual implica que, para el conjunto de movimientos, se siente ciertas limitaciones en la manejabilidad, dicho nivel de servicio es mejorable, esto se desarrollará en el siguiente capítulo.

6.1.2. RESULTADOS DEL ACCESO AV. PRIMAVERA O – E

A continuación, se presenta una tabla resumen con las variables principales y el NdS del acceso Av. Primavera (O – E).

Tabla 29. Resumen de resultados – Av. Primavera O – E

	Av. Primavera O - E		
	Mov. Izq	Mov. Directo	Mov. Der
Grupos de Movimientos y Carriles			
Volumen de tránsito (veh/h)	428	1469	161
Velocidad de llegada (km/h)	-	20	-
Tasa de flujo de los grupos de carriles (veh/h)	465	1765	0
Tasa de flujo de saturación ajustada (veh/h)	465	1580	185
Grado de saturación	0.85	0.65	-
Demora (seg)	55.3	33	-
Nivel de Serv. (Movimiento)	E	C	-
Demora del acceso	37.6		
Nivel de Serv. (acceso)	D		

Fuente: Elaboración propia

Los grupos de movimientos y carriles mostrados tienen simbología solo para los movimientos izq. y directos debido a que no hay un carril con movimientos exclusivos a la derecha, aun así, dentro del acceso se observa que existen carriles de movimientos compartidos tanto para la izquierda y derecha.

Se muestran los volúmenes para cada movimiento del acceso, datos que se obtuvieron de las mediciones realizadas en campo, y adicionalmente, por los factores de ajuste, se obtuvieron las tasas de flujo de saturación ajustadas para cada grupo de movimientos.

Luego, se muestran los valores de grado de saturación para los movimientos izq. y directos, se observa de la tabla que dicho valor para los grupos de movimientos directos es de 0.65, lo cual implica que la capacidad total del acceso para este tipo

de movimientos se encuentra en un 65%, por ende, los usuarios del acceso (en promedio) experimentarán retrasos y dificultades en la manejabilidad considerables, en comparación con la otra dirección de la avenida, la sensación de demora se siente más por parte de los usuarios; el grado de saturación para los grupos de movimientos a la izquierda es de 0.85, lo cual implica que la capacidad del carril se encuentra en promedio por el 85%, por ende los usuarios que realizan los movimientos a la izquierda en esta dirección del acceso experimentan una considerable demora y bastantes dificultades en la manejabilidad. Finalmente, la demora total del acceso de 37.6 segundos representa un nivel de servicio total de D, lo cual implica que, para el conjunto de movimientos, se sienten limitaciones considerables en la manejabilidad, dicho nivel de servicio es necesita mejorarse, esto se desarrollará en el siguiente capítulo.

6.1.3. RESULTADOS DEL ACCESO AV. VELASCO ASTETE N – S

A continuación, se presenta una tabla resumen con las variables principales y el nivel de servicio del acceso Av. Velasco Astete (N – S).

Tabla 30. Resumen de resultados – Av. Velasco Astete N – S

	Av Velasco Astete N - S		
	Mov. Izq	Mov. Directo	Mov. Der
Grupos de Movimientos y Carriles			
Volumen de tránsito (veh/h)	135	246	111
Velocidad de llegada (km/h)	-	22	-
Tasa de flujo de los grupos de carriles (veh/h)	163	417	0
Tasa de flujo de saturación ajustada (veh/h)	163	283	134
Grado de saturación	0.21	0.96	-
Demora (seg)	25.7	95.3	-
Nivel de Serv. (Movimiento)	C	F	-
Demora del acceso	75.7		
Nivel de Serv. (acceso)	E		

Fuente: Elaboración propia

Los grupos de movimientos y carriles mostrados tienen simbología solo para los movimientos a la izquierda y directos debido a que no hay un carril con movimientos exclusivos a la derecha, aun así, dentro del acceso se observa que existen carriles de movimientos compartidos tanto para la izquierda y derecha.

Se muestran los volúmenes de tránsito para cada uno de los movimientos del acceso, datos que se obtuvieron de las mediciones realizadas en campo, y adicionalmente, por los factores de ajuste, se obtuvieron las tasas de flujo de saturación ajustadas para cada uno de los grupos de movimientos.

Luego, se muestran los valores de grado de saturación para los movimientos a la izquierda y directos, se observa de la tabla que dicho valor para los grupos de movimientos directos es de 0.96, lo cual implica que la capacidad total del acceso para este tipo de movimientos se encuentra en un 96%, prácticamente a su capacidad máxima, por ende, los usuarios del acceso (en promedio) experimentarán retrasos y dificultades en la manejabilidad muy considerables, la sensación de demora se siente mucho más por parte de los usuarios; el grado de saturación para los grupos de movimientos a la izquierda es de 0.21, lo cual implica que la capacidad del carril se encuentra en promedio por el 21%, por ende los usuarios que realizan los movimientos a la izquierda en esta dirección del acceso experimentan una considerable demora y pocas dificultades en la manejabilidad (en promedio).

Finalmente, la demora total del acceso de 75.7 segundos representa un nivel de servicio total de E, lo cual implica que, para el conjunto de movimientos, se sienten limitaciones muy considerables en la manejabilidad, dicho nivel de servicio necesita mejorarse, esto se desarrollará en el siguiente capítulo.

6.1.4. RESULTADOS DEL ACCESO AV. VELASCO ASTETE S – N

A continuación, se presenta una tabla resumen con las variables principales y el nivel de servicio del acceso Av. Velasco Astete (S – N).

Tabla 31. Resumen de resultados – Av. Velasco Astete S – N

	Av Velasco Astete S - N		
	Mov. Izq	Mov. Directo	Mov. Der
Grupos de Movimientos y Carriles		↑↑	↗
Volumen de tránsito (veh/h)	167	365	73
Velocidad de llegada (km/h)	-	22	-
Tasa de flujo de los grupos de carriles (veh/h)	0	602	94
Tasa de flujo de saturación ajustada (veh/h)	182	420	94
Grado de saturación	-	0.46	0.13
Demora (seg)	-	27.5	14
Nivel de Serv. (Movimiento)	-	C	B
Demora del acceso	25.7		
Nivel de Serv. (acceso)	C		

Fuente: Elaboración propia

Los grupos de movimientos y carriles mostrados tienen simbología solo para los movimientos a la derecha y directos debido a que no hay un carril con movimientos exclusivos a la izquierda, en el presente acceso solo se muestran carriles con movimientos exclusivos, tanto para los giros a la derecha y directos aun así algunos vehículos realizan movimientos a la izquierda.

Se muestran los volúmenes para cada movimiento del acceso, datos que se obtuvieron de las mediciones realizadas en campo, y adicionalmente, por los factores de ajuste, se obtuvieron las tasas de flujo de saturación ajustadas para cada grupo de movimientos.

Luego, se muestran los valores de grado de saturación para los movimientos izq. y directos, se observa de la tabla que dicho valor para los grupos de movimientos directos es de 0.46, lo cual implica que la capacidad total del acceso para este tipo

de movimientos se encuentra en un 46%, por ende, los usuarios del acceso (en promedio) experimentarán retrasos y dificultades en la manejabilidad tolerables; el grado de saturación para los grupos de movimientos a la derecha es de 0.13, lo cual implica que la capacidad del carril se encuentra en promedio por el 13%, por ende los usuarios que realizan los movimientos a la izquierda en esta dirección del acceso experimentan una tolerable demora y pocas dificultades en la manejabilidad (en promedio).

Finalmente, la demora total del acceso de 25.7 segundos representa un nivel de servicio total de C, lo cual implica que, para el conjunto de movimientos, se siente ciertas limitaciones en la manejabilidad, dicho nivel de servicio es mejorable, esto se desarrollará en el siguiente capítulo.

6.2. COMPORTAMIENTO FRENTE AL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL

Según los valores obtenidos de la puntuación del NdS Peatonal para cada acceso (ver ítem 5.4.4.), se calcula un promedio de puntuación considerando las cuatro horas más representativas. Por tanto, según la tabla 4, consideramos dichos valores para obtener los niveles de servicio en cada acceso.

6.2.1. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PARA LA AV. PRIMAVERA DIRECCIÓN O – E

Tabla 32. NdS peatonal para la Av. Primavera O - E antes de la intersección.

Av Primavera Oeste - Este antes de la interseccion		
Periodo de Análisis	Prom PNSP	NSP
1	3:00 - 4:00 pm	F
2	4:00 - 5:00 pm	
3	5:00 - 6:00 pm	
4	6:00 - 7:00 pm	
	5.7487	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. NdS peatonal para la Av. Primavera O - E después de la intersección

Av Primavera Oeste - Este despues de la interseccion			
Periodo de Análisis		Prom PNSP	NSP
1	3:00 - 4:00 pm	5.2955	F
2	4:00 - 5:00 pm		
3	5:00 - 6:00 pm		
4	6:00 - 7:00 pm		

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PARA LA AV. PRIMAVERA DIRECCIÓN E – O

Tabla 34. NdS peatonal para la Av. Primavera E – O antes de la intersección.

Av Primavera Este - Oeste antes de la interseccion			
Periodo de Análisis		Prom PNSP	NSP
1	3:00 - 4:00 pm	5.5697	F
2	4:00 - 5:00 pm		
3	5:00 - 6:00 pm		
4	6:00 - 7:00 pm		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. NdS peatonal para la Av. Primavera E – O después de la intersección.

Av Primavera Este - Oeste despues de la interseccion			
Periodo de Análisis		Prom PNSP	NSP
1	3:00 - 4:00 pm	5.6467	F
2	4:00 - 5:00 pm		
3	5:00 - 6:00 pm		
4	6:00 - 7:00 pm		

Fuente: Elaboración propia

6.2.3. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PARA LA AV. VELASCO ASTETE
DIRECCIÓN NORTE – SUR

Tabla 36. NdS peatonal para la Av. Velasco Astete N - S antes de la intersección

Av Velasco Astete Norte - Sur antes de la interseccion			
Periodo de Análisis		Prom PNSP	NSP
1	3:00 - 4:00 pm	2.8986	C
2	4:00 - 5:00 pm		
3	5:00 - 6:00 pm		
4	6:00 - 7:00 pm		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. NdS peatonal para la Av. Velasco Astete N - S después de la intersección.

Av Velasco Astete Norte - Sur despues de la interseccion			
Periodo de Análisis		Prom PNSP	NSP
1	3:00 - 4:00 pm	3.3868	C
2	4:00 - 5:00 pm		
3	5:00 - 6:00 pm		
4	6:00 - 7:00 pm		

Fuente: Elaboración propia

6.2.4. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PARA LA AV. VELASCO ASTETE
DIRECCIÓN SUR – NORTE

Tabla 38. NdS peatonal para la Av. Velasco Astete S - N antes de la intersección.

Av Velasco Astete Sur - Norte antes de la interseccion			
Periodo de Análisis		Prom PNSP	NSP
1	3:00 - 4:00 pm	3.0445	C
2	4:00 - 5:00 pm		
3	5:00 - 6:00 pm		
4	6:00 - 7:00 pm		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. NdS peatonal para la Av. Velasco Astete S - N después de la intersección.

Av Velasco Astete Sur - Norte despues de la interseccion			
Periodo de Análisis		Prom PNSP	NSP
1	3:00 - 4:00 pm	3.7492	D
2	4:00 - 5:00 pm		
3	5:00 - 6:00 pm		
4	6:00 - 7:00 pm		

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, cada uno de los estos valores se utilizan para obtener un nivel total para la intersección, Por tanto, se muestra el resumen final de los NdS peatonales:

Tabla 40. Niveles de Servicio Peatonal para la Intersección

	N.S.P. ACCESOS	N.S.P. TOTAL
Av. Primavera O-E antes de la intersección	F	E
Av. Primavera O-E después de la intersección	F	
Av. Primavera E-O antes de la intersección	F	
Av. Primavera E-O después de la intersección	F	
Av. Velasco Astete N-S antes de la intersección	C	
Av. Velasco Astete N-S después de la intersección	C	
Av. Velasco Astete S-N antes de la intersección	C	
Av. Velasco Astete S-N después de la intersección	D	

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, se observa que, la intersección posee un nivel de serv. peatonal E. Así también, a fin de comparar, se realizó un conteo de la cantidad de peatones que utilizan la intersección:

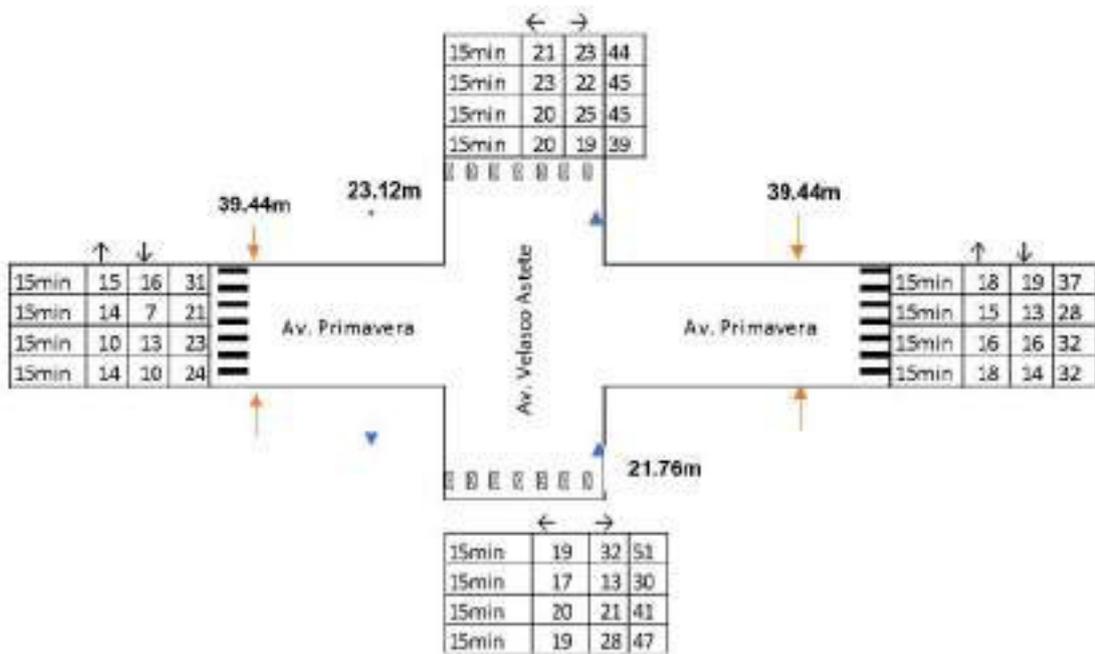


Figura 47. Conteo de peatones en la intersección

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que, hay mayor cantidad de peatones que cruzan la Av. Velasco Astete, siendo esta la avenida más angosta frente a la Av. Primavera.

Asimismo, durante el tiempo en el que se realizaron las mediciones del caso, no se observó a ningún peatón cruzando a mitad de cuadra (en ninguna avenida). Esto se puede comparar con el hecho de que las vías son bastante anchas y existe gran cantidad de flujo vehicular, por lo que los peatones optan por caminar hasta las intersecciones, las cuales son semaforizadas, y cruzar con mayor seguridad.

6.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.3.1. MODO VEHICULAR

De los resultados obtenidos en el ítem 6.1. y tal como se puede ver en la tabla 6 del capítulo anterior, se pudo observar que en general el nivel de servicio del modo vehicular para la intersección de estudio es de nivel D, lo cual implica que los usuarios que maniobran en la intersección experimentan limitaciones considerables, demoras e incomodidad, esto se evidencia de mejor forma cuando la intersección se encuentra en las horas pico a lo largo de cada día. Este nivel de servicio, además de haber sido confirmado mediante los cálculos correspondientes

y el apoyo del software Synchro 11, se pudo evidenciar mientras se realizaron las mediciones en campo, principalmente por lo siguiente:

A diferencia de las intersecciones convencionales, en las cuales los ciclos semafóricos distribuyen los grupos de movimientos y carriles de tal forma que los accesos con direcciones paralelas activen sus tiempos de verde al mismo tiempo, en la intersección de estudio de la presente tesis el ciclo semafórico está distribuido de tal forma que cada una de las direcciones de los accesos activa su tiempo de verde uno tras otro, sin interponerse entre sí, por lo tanto una vez un usuario conductor se encuentra con un tiempo de todo rojo en cualquiera de los accesos, tiene que esperar como mínimo a que se terminen dichos tiempos para cada uno de los otros 3 accesos, esto hace que en los momentos en los cuales exista un mayor volumen de tránsito de vehículos, se generen colas extensas en cada acceso, dichas colas inclusive llegan a tener más de 300 m de longitud en ambas direcciones de la Av. Primavera y de más de 100 m de longitud en ambas direcciones de la Av. Velasco Astete. A continuación, se muestra un breve registro fotográfico de las colas en cada uno de los accesos:



Figura 48. Cola de vehículos – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia



Figura 49. Cola de vehículos – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia



Figura 50. Cola de vehículos – Av. Alejandro Velasco Astete N – S

Fuente: Elaboración propia



Figura 51. Cola de vehículos – Av. Alejandro Velasco A. S – N

Fuente: Elaboración propia

Lo descrito en el párrafo anterior corresponde al principal motivo que se encontró para que existan largas colas vehiculares, demoras en los accesos y, por ende, el nivel de servicio D en promedio para la intersección. Asimismo, la gran afluencia de vehículos que transitan en ambas direcciones de la Av. Primavera es un factor importante y causante de los problemas identificados. Por lo tanto, tal como se describió al inicio de la investigación en el ítem 1.3. se ha comprobado en base a los resultados el nivel elevado de tráfico vehicular que se genera en la presente intersección.

Cabe señalar que, para la distribución del ciclo semafórico existente en la intersección, no se generan puntos de conflicto al momento de que los usuarios conductores maniobran en la intersección, puesto que cada dirección de los accesos tiene sus tiempos de verde de manera independiente. Posiblemente dicha distribución sea un tipo de solución para amortiguar el tránsito y los puntos de conflicto en ciertas intersecciones en las que los volúmenes de tránsito de vehículos sean mucho menores, pero en este caso, esta configuración genera muchas demoras y una mayor congestión vehicular especialmente durante las horas punta. Otro

punto rescatable es el hecho de que sí existen puntos de conflicto considerables con la relación peatón – vehículo, justamente por la distribución del ciclo semafórico señalada, dicha situación se describirá detalladamente en el siguiente ítem.

Dicha situación es totalmente mejorable, se pueden plantear para eso diferentes planes de acción, como por ejemplo la implementación de instalaciones viales adicionales a la intersección a nivel existente; pero para la presente investigación se planteará una alternativa diferente para mejorar el nivel de servicio vehicular, que será desarrollada en el siguiente capítulo.

6.3.2. MODO PEATONAL

De los resultados obtenidos se pudo observar que en general el nivel de servicio del modo peatonal para la intersección de estudio es de nivel D. Esta intersección es transitada por una cantidad de peatones moderada, los cuales optan por acatar las señales del semáforo peatonal antes que cruzar a mitad de cuadra. Como ya se ha mencionado anteriormente, los peatones prefieren caminar hasta la intersección y cruzar con seguridad, debido a diversos factores, entre ellos que la calzada es bastante ya que cada acceso posee más de 5 carriles, y también debido a la gran cantidad de vehículos que utilizan las instalaciones viales, los cuales impiden que en algún momento las vías estén libre para que un peatón pueda desobedecer y cruzar a mitad de cuadra sin esperar el “rojo” del semáforo vehicular.

Si bien los peatones acatan las señales de tránsito, muestran incomodidad al gran tiempo de espera, ya que, el tiempo que tarda el semáforo peatonal en cambiar a verde es mucho mayor al tiempo en el que dicho semáforo se encuentra en verde para que el peatón pueda cruzar con seguridad.

A continuación, se muestran los cruces peatonales para cada acceso:

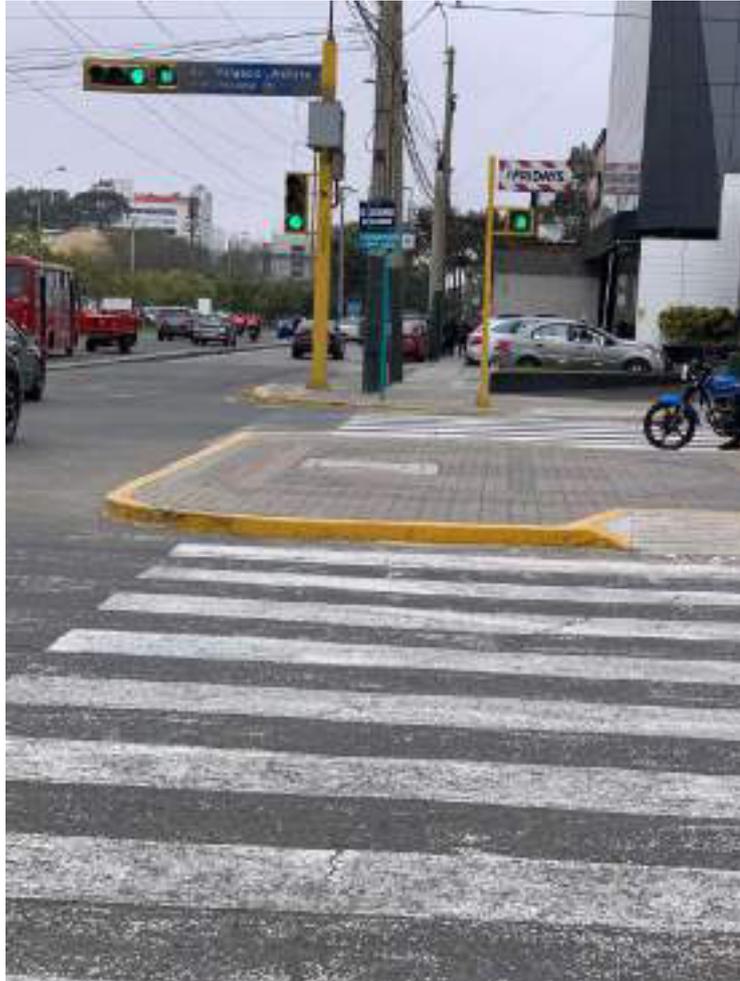


Figura 52. Paso peatonal Av. Velasco Astete S – N, después de la intersección

Fuente: Elaboración propia



Figura 53. Paso peatonal Av. Velasco Astete N – S, antes de la intersección

Fuente: Elaboración propia



Figura 54. Paso peatonal Av. Primavera E – O, antes de la intersección

Fuente: Elaboración Propia

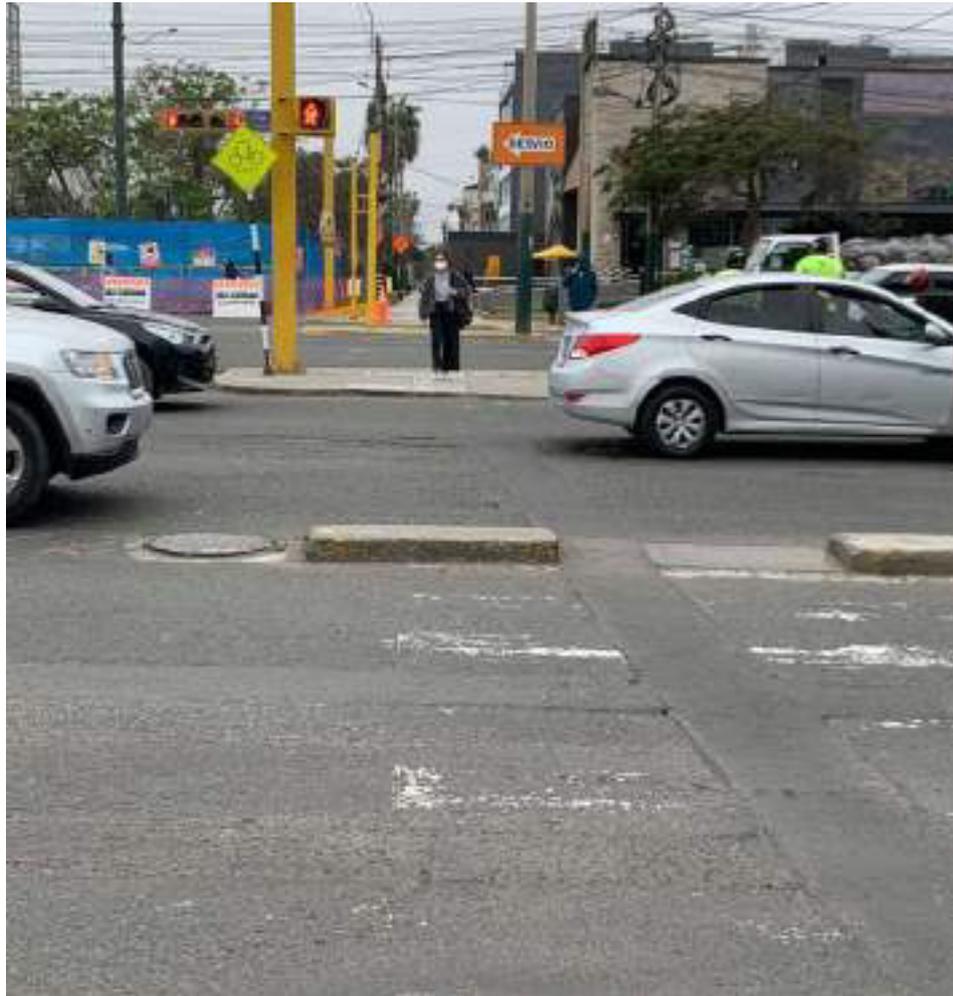


Figura 55. Paso peatonal Av. Primavera E – O, después de la intersección

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 7: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE SERVICIO

Según los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, los NdS tanto para el modo vehicular como el peatonal son mejorables, por ende, es necesario aplicar un plan de acción para llegar a esta mejora. A continuación, se desarrolla la siguiente propuesta:

Se propone realizar un plan de acción con 3 ejes principales, y finalmente se presentan los resultados esperados del nuevo nivel de servicio mediante los cálculos pertinentes y las simulaciones de tránsito:

7.1. REORGANIZACIÓN DEL CICLO SEMAFÓRICO

Tal como se desarrolló en el ítem 6.3.1 y la tabla del ítem 4.3.2., los tiempos de verde actualmente están distribuidos de la siguiente manera:



Figura 56. Tiempos de verde actuales en la Intersección

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se representa el orden en el cual se activan los tiempos de verde para la intersección del presente estudio, tal como se observa, para que cualquiera de los accesos vuelva a tener un tiempo de verde, se tiene que esperar a los otros tres; esto genera que los tiempos de rojo para cada uno de los accesos tengan una duración bastante considerable comparadas con los tiempos de verde, la distribución actual de los tiempos del ciclo semafórico se puede observar en el ítem 5.2.2., llegando a tener incluso tiempos de rojo de más de 2 minutos para uno de los accesos de la Av. Velasco Astete.

Esta distribución, tal como se desarrolló en el ítem 6.3.1. permite que no existan puntos de conflicto en la intersección, pero por contraparte, al tener este orden, los tiempos de rojo para cada uno de los accesos tienen duraciones del doble de tiempo a comparación con los tiempos de verde. Lo cual es lo principal por el cual existe un nivel de servicio D.

Por lo tanto, el primer eje que se trabajará como alternativa de mejora del NdS es la reorganización del ciclo semafórico, los ciclos verdes serán organizados de la siguiente forma:

Tabla 41. Ciclo semafórico vehicular propuesto

	Ciclo Semafórico (seg.)			
	Verde	Verde (Giro izq.)	Ámbar	Rojo
Av. Primavera	60	20	4	53
Av. Velasco Astete	50	-	3	84

Fuente: Elaboración propia

Con esto, se pretende que los tiempos propuestos del ciclo semafórico funcionen para los accesos en ambas direcciones de cada avenida, de esta manera se logrará un mayor ordenamiento en el flujo de tránsito, ya que se aprovechará de mejor forma los tiempos que tendrán los vehículos para maniobrar en las direcciones paralelas en ambas avenidas a la vez. Asimismo, el paso para peatones se ordenará, ya que, al existir un pase en las direcciones paralelas en cada avenida de vehículos, estos tendrán un mayor tiempo para cruzar las avenidas e incluso una mayor seguridad, ya que no se encontrarán con

variaciones erráticas en los ciclos semafóricos peatonales, tal como se describió en el ítem 5.2.2.

Tal como se observa en la tabla 41, se está planteando un tiempo de verde adicional de giro a la izquierda de 20 segundos para cada acceso de la Av. Primavera, con esto se pretende reducir los puntos de conflicto que se podrían crear de no existir este tiempo en el ciclo semafórico propuesto, a continuación, se muestra el esquema resultante de los ciclos verdes para la intersección:



Figura 57. Tiempos de verde propuestos en la Intersección

Fuente: Elaboración propia

Con esta nueva distribución del ciclo semafórico se están reduciendo los tiempos de rojo para cada uno de los accesos, y tal como se desarrolla en el presente ítem, se busca mejorar en general el tránsito de los vehículos y minimizar los puntos de conflicto más representativos que podrían existir. Pero, por contraparte, en cada uno de los accesos de la Av. Primavera solo existe un carril de giro a la izquierda, con sus respectivas bahías de giro, lo cual ocasionaría que para el tiempo de verde del movimiento de giro a la izquierda

propuesto en dicha avenida no se llegue a tener un nivel de servicio mejor en comparación a la situación actual, por ende, para la actual propuesta de mejora del nivel de servicio se va a necesitar que se habilite un nuevo carril de giro a la izquierda en cada acceso de la Av. Primavera, lo cual se desarrollará en el siguiente ítem como segundo eje del plan de acción.

Asimismo, el hecho de modificar el ciclo semafórico influye directamente en el tránsito en las vías aledañas a la intersección, para ello se presenta el siguiente análisis:

7.1.1. Continuidad de carriles en vías aledañas a la intersección

En primer lugar, tras el planteamiento del cambio de luces en semáforos, el volumen de tránsito que circula en la intersección variará con respecto a lo existente actualmente, por ende, la primera verificación se que debe hacer es la de continuidad en la cantidad de carriles después de cada acceso.

Cabe resaltar que lo desarrollado en párrafos siguientes corresponde a una situación actual, la cual será desarrolla A continuación, se presentan la distribución actual de carriles y sus secciones transversales respectivas



Figura 58. Distribución de carriles – Situación actual

Fuente: Elaboración propia

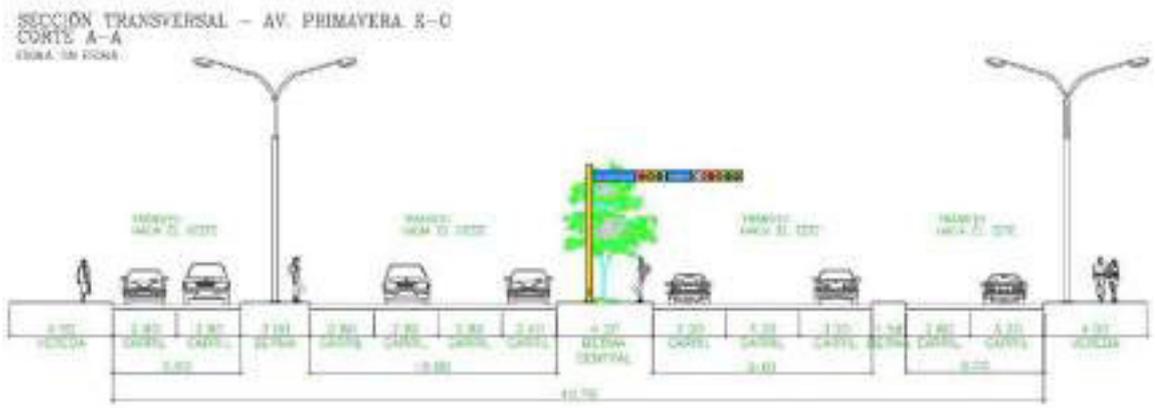


Figura 59. Sección transversal – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia

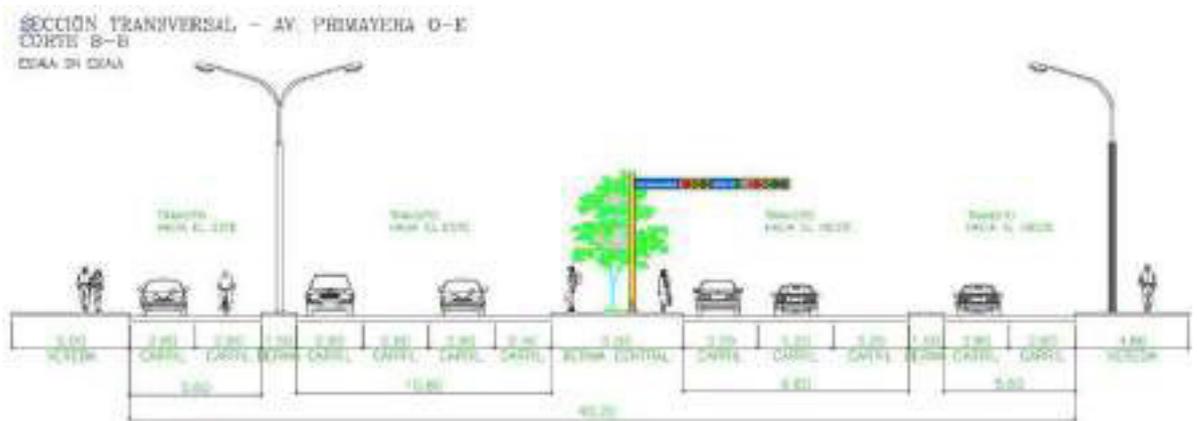


Figura 60. Sección transversal – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia



Figura 61. Sección transversal – Av. Velasco Astete S – N

Fuente: Elaboración propia

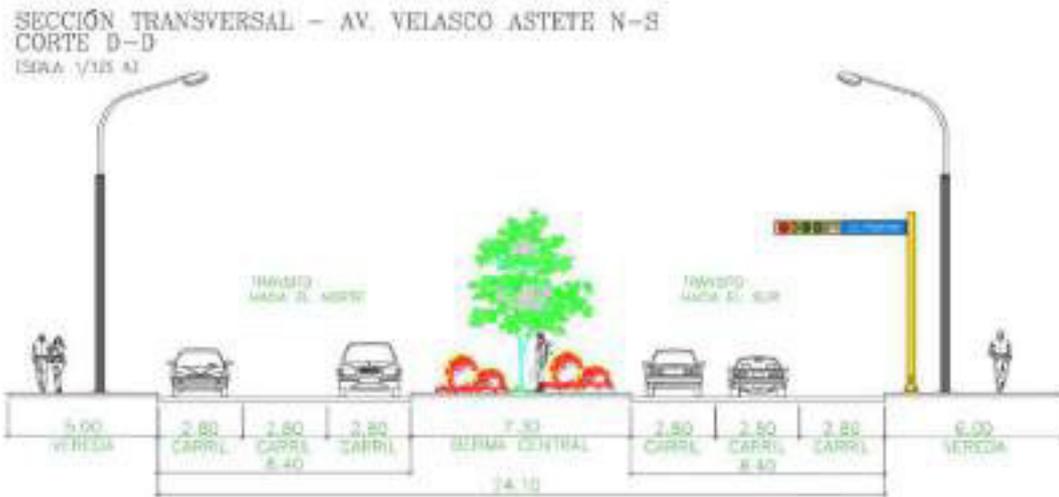


Figura 62. Sección transversal – Av. Velasco Astete N – S

Fuente: Elaboración propia

De las secciones mostradas, se puede observar que:

- Acceso Av. Primavera Dirección E – O: La cantidad y distribución de carriles con movimientos directos y giros a la izquierda y derecha se complementa antes de la intersección y después de esta, ya que existe al menos la misma cantidad de carriles disponibles para cada uno de estos movimientos. Se aprecia en la siguiente imagen:

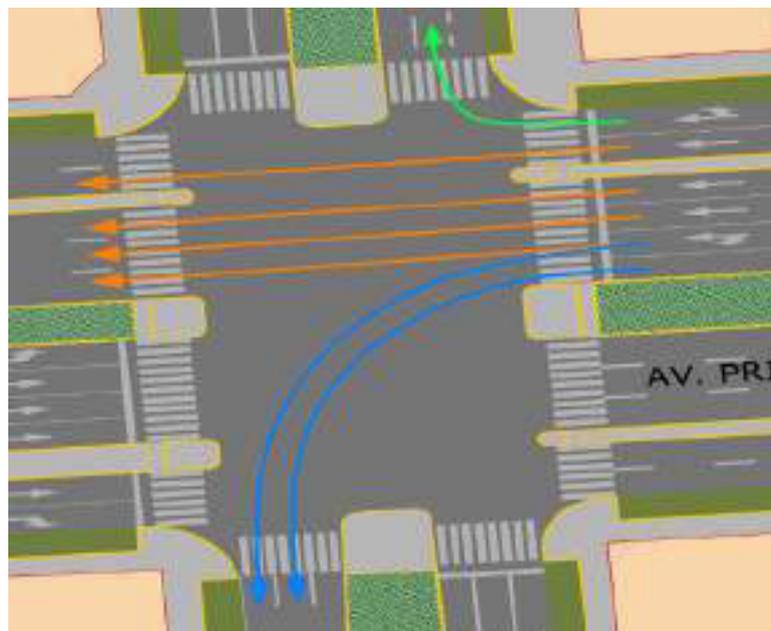


Figura 63. Continuidad de carriles en la intersección – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia

- Acceso Av. Primavera Dirección O – E: La cantidad y distribución de carriles con movimientos directos y giros a la izquierda y derecha se complementa antes de la intersección y después de esta, ya que existe al menos la misma cantidad de carriles disponibles para cada uno de estos movimientos. Se aprecia en la siguiente imagen:

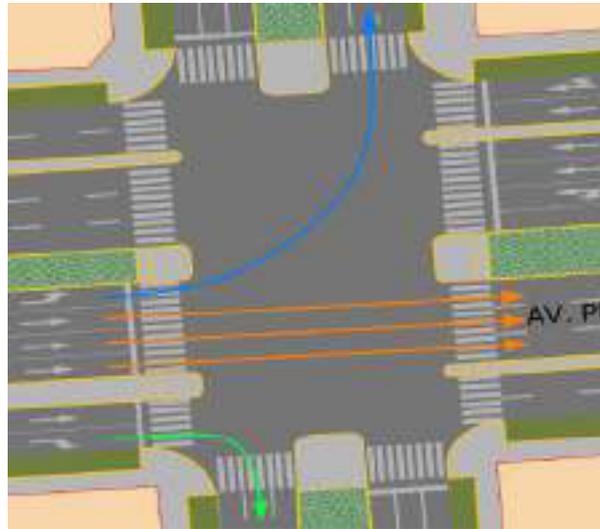


Figura 64. Continuidad de carriles en la intersección – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia

- Acceso Av. Velasco A. Dirección S – N: La cantidad y distribución de carriles con movimientos directos y giros a la izquierda y derecha se complementa antes de la intersección y después de esta, ya que existe al menos la misma cantidad de carriles disponibles para cada uno de estos movimientos. Se aprecia en la siguiente imagen:



Figura 65. Continuidad de carriles en la intersección – Av. Velasco A. S – N

Fuente: Elaboración propia

- Acceso Av. Velasco A. Dirección S – N: La cantidad y distribución de carriles con movimientos directos y giros a la izquierda y derecha se complementa antes de la intersección y después de esta, ya que existe al menos la misma cantidad de carriles disponibles para cada uno de estos movimientos. Se aprecia en la siguiente imagen:

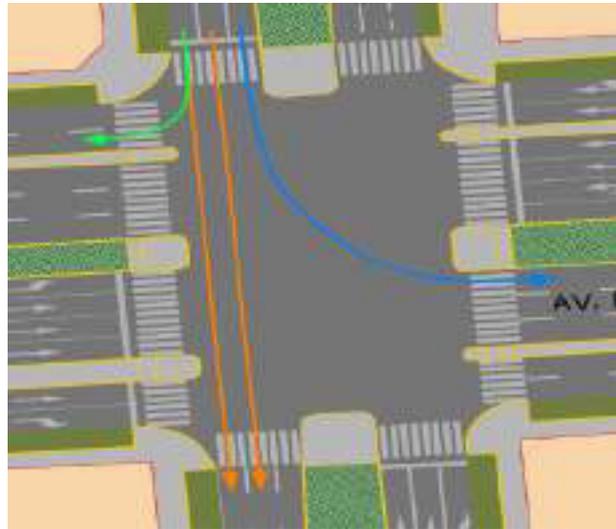


Figura 66. Continuidad de carriles en la intersección – Av. Velasco A. N – S

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar, para el acceso de la Av. Primavera dirección O – E (ver figura 64), solo se presentan tres líneas de movimientos directos aun cuando hay un carril demás para este tipo de movimiento; dicha situación sucede debido a que ese carril y el siguiente después de la intersección, funcionan como carril para ciclovía. Durante la toma de datos, la cantidad de ciclistas que utilizaron dicha vía no fue considerable, por tanto, para la presente investigación, no se ha añadido ningún cálculo del Nivel de Servicio de Ciclovías. Aún así, se optó por dejar tal cual los carriles que representan dichas vías:



Figura 67. Continuidad de carriles de ciclovía– Av. Velasco A. S – N

Fuente: Elaboración propia

7.1.2. Puntos de inflexión en vías aledañas

En segundo lugar, una vez identificados estos carriles antes y después de la intersección, se revisó hasta donde se mantiene dicha situación para cada acceso, por ende, se logró identificar una serie de puntos de inflexión que son importantes para las vías aledañas en el tránsito después de cada acceso.

Para ello se muestra a continuación, un gráfico que muestra dichos puntos, y sus respectivas descripciones (Ver anexo B – Plano V-03):

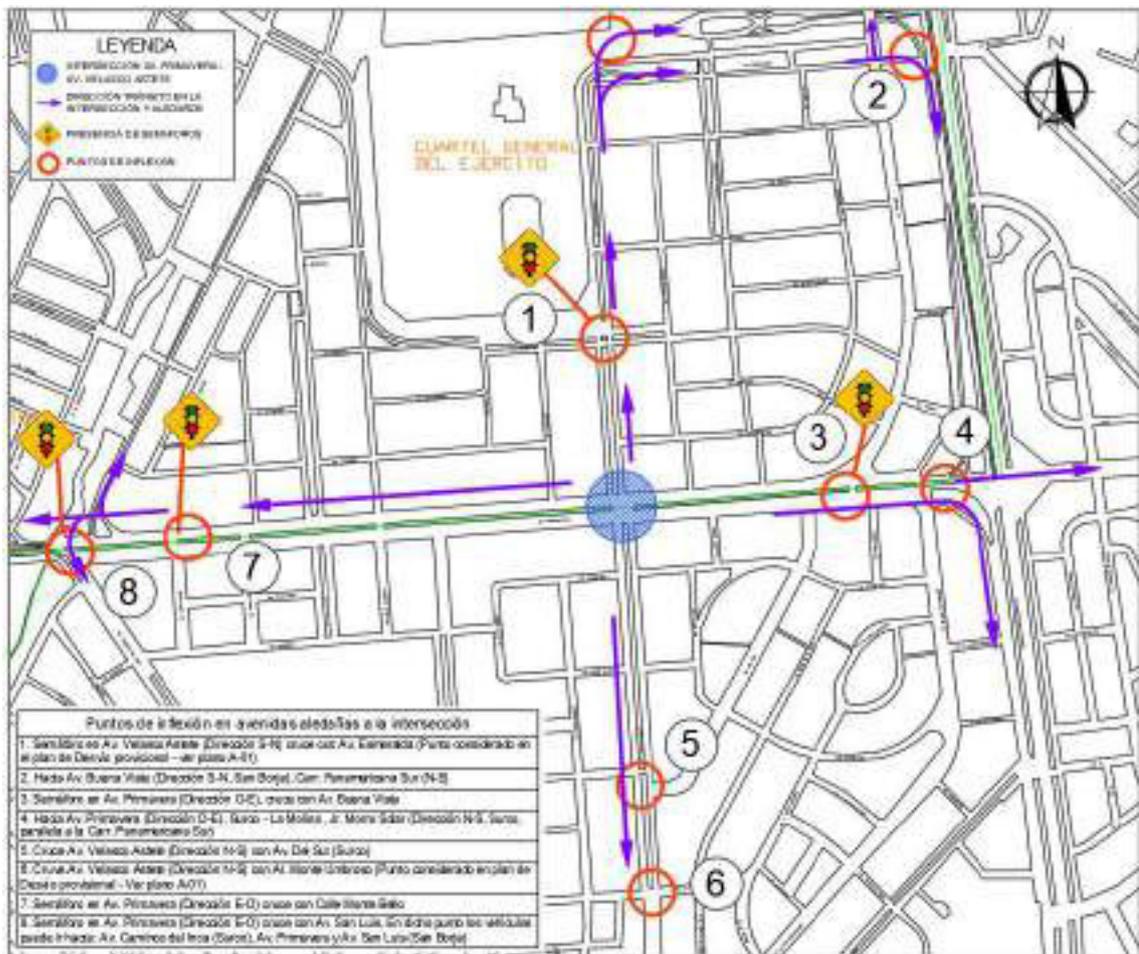


Figura 68. Puntos de Inflexión de tránsito identificados

Fuente: Elaboración propia

Punto 1: Cruce de la Av. Velasco Astete con la Av. Esmeralda, Se ubica a 280 m después de la intersección en la dirección Norte. Durante este tramo los carriles de la vía pasan de ser 3 a ser 2 carriles, lo que se mantiene a lo largo de toda la Av. Velasco Astete. Existe un semáforo en dicho cruce que regula el tránsito con la Av. Esmeralda, con tiempos de verde y rojo de 50 seg. y 40 seg. respectivamente. Lo ideal con respecto a este punto, es

que se realice una sincronización entre este semáforo y el de la intersección de estudio. De esa forma los usuarios que se dirijan al norte no tendrán grandes tiempos de demora entre semáforos. A continuación, se muestra una imagen de referencia de la zona.



Figura 69. Punto de Inflexión 1

Fuente: Elaboración propia

En la figura se resaltan los semáforos actuantes en dicho cruce, y la flecha indica la dirección que toma la Av. Velasco Astete hacia el norte.

Punto 2: Siguiendo la dirección norte desde el punto 1, se llega hasta el cruce entre la Av. Velasco Astete y la Av. Bielovucic Cavalier, en el cual los vehículos se pueden dirigir hacia el norte por la Av. Buena Vista (San Borja), y hacia el sur por la Carretera Panamericana Sur. Hasta este punto no se encuentra ningún otro semáforo, por tanto, el tránsito no se ve afectado por ningún dispositivo de control. A continuación, se muestra una imagen de referencia de la zona.



Figura 70. Punto de Inflexión 2

Fuente: Elaboración propia

se la figura se señala el tránsito que siguen los siguientes puntos: (a) Hacia Carretera Panamericana Sur dirección S – N, (b) Vienen de Carretera Panamericana Sur hacia Bielovucic Cavalier y (c) Hacia Carretera Panamericana Sur dirección N – S.

Punto 3: Cruce de la Av. Primavera con la Av. Buena Vista, Se ubica a 440 m después de la intersección en la dirección Este. Durante este tramo, se mantiene el mismo número de carriles, lo que se mantiene a lo largo de toda la Av. Primavera. Existe un semáforo en dicho cruce que regula el tránsito con la Av. Buena Vista, con tiempos de verde y rojo de 45 seg. y 35 seg. respectivamente. Lo ideal con respecto a este punto, es que se realice una sincronización entre este semáforo y el de la intersección de estudio. De esa forma los usuarios que se dirijan hacia el este no tendrán grandes tiempos de demora entre semáforos. A continuación, se muestran dos imágenes de referencia de la zona.



Figura 71. Punto de Inflexión 3

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior, se señala la ubicación del semáforo, y la flecha indica la dirección del tránsito hacia el este de la Av. Primavera. Los vehículos que transitan esta vía se dirigen por lo general hacia el distrito de La Molina o al sur del distrito de Santiago de Surco.

Punto 4: Siguiendo la dirección este desde el punto 3, los vehículos que se dirigen por la continuación de la Av. Primavera hacia el distrito de la Molina (Dirección O – E), deben pasar por el intercambio vial de la Carretera Panamericana Sur, el cual sigue manteniendo la misma cantidad de carriles, por tanto, el flujo de tránsito no se ve afectado. Mientras que los vehículos que se dirigen al sur del distrito de Surco deben pasar por el Jr. Morro Solar, que pasa de forma paralela a la dirección sur de la Carretera Panamericana Sur. La cantidad de carriles en este jirón pasa a ser 2. A continuación se muestran dos imágenes referenciales de la zona.



Figura 72. Punto de Inflexión 4

Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestran las direcciones que siguen los vehículos en el punto 4, y el tránsito después del intercambio vial.

Punto 5 y 6: Cruce de la Av. Velasco Astete con la Av. Del Sur (punto 5) y Av. Velasco Astete con Al. Monte Umbroso (punto 6). En dichos cruces se sigue la dirección sur de la Av. Velasco Astete, continuando por el distrito de Santiago de Surco hasta 700.00 m después de la intersección del estudio. Hasta la ubicación de estos puntos no se encuentra ningún semáforo. La cantidad de carriles en esta vía se reduce de 3 en la intersección a 2, pero, aun así, el tránsito no se ve muy afectado en cuestión de volumen vehicular. A continuación, se muestran dos imágenes referenciales de la zona.



Figura 73. Punto de Inflexión 5 y 6

Fuente: Elaboración propia

En cada figura se señala la dirección del tránsito en cada punto, la dirección sur de la Av. Velasco Astete se muestra en primer plano en cada imagen, mientras que las flechas que

entran a esta representan las calles que se describieron en el presente punto. Existe congestión en cada uno de estos cruces debido a la no presencia de semáforos, pero no representa una dificultad mayor para los usuarios.

Punto 7: Cruce de la Av. Primavera con la Calle Monte Bello, siguiendo la dirección oeste desde la intersección de estudio y ubicado a 800.00m de esta. El mayor conflicto que surge en este punto es para los vehículos que giran a la izquierda, debido a que la zona es de tipo comercial y existen tantos vehículos que salen y entran, lo que ocasiona congestión; para los vehículos que se dirigen en la dirección oeste siguiendo la Av. Primavera no tienen dicho problema, y la única particularidad para estos es que desde los 80.00m hasta llegar a este punto de inflexión, primer carril a la izquierda se usa para los giros a la zona comercial y por ende, el número de carriles se reduce a 2, para después de este cruce volver a ser 3. La presencia de un semáforo en la zona con tiempos de verde y rojo de 37seg y 50seg se debe sincronizar para poder facilitar el tránsito de los vehículos que realicen estos giros. Pero, en este caso, la sincronización del semáforo está más ligada con el punto N°8, que representa un caso distinto al caso actual de estudio. A continuación, se muestra una imagen de referencia de la zona (la flecha en primer plano indica la dirección de tránsito de la Av. Primavera E – O en la zona).



Figura 74. Punto de Inflexión 7

Fuente: Elaboración propia

Punto 8: Este punto de inflexión es representado por la intersección entre la Av. Primavera y la Av. San Luis. De por sí, el estudio de esta intersección es tan denso como el que se hizo para el caso de estudio actual. Aun así, se describe de forma general lo que se encontró en dicho punto. Es una intersección de tipo Intercambio vial, específicamente para los vehículos que se dirigen hacia el oeste a lo largo de la Av. Primavera. Asimismo, en la zona que se encuentra al mismo nivel, los vehículos que vienen del punto 7 pueden dirigirse hacia ambas direcciones de la Av. San Luis y también en la misma dirección hacia la Av. Primavera, la cual pasa a llamarse Av. Angamos al pasar este cruce; Esto se muestra en el siguiente gráfico:



Figura 75. Punto de Inflexión 8

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se está señalando solo las direcciones de tránsito que siguen los vehículos que se encuentran al mismo nivel en el intercambio vial. Siendo las direcciones

que tomen dichos vehículos: hacia el Oeste, Av. Angamos (hacia el distrito de Surquillo); hacia el Norte, Av. San Luis (hacia el distrito de San Borja) y hacia el Sur, Av. Caminos del Inca (hacia el distrito de Surco).

7.1.3. Sincronización de semáforos en zonas aledañas

Después de ubicados los puntos de inflexión actuales para las zonas aledañas a la intersección, se procedió a proponer una sincronización de los semáforos mas cercanos a la intersección, para que el cambio en el ciclo semafórico de esta no genere congestionamientos en las zonas en cuestión, para ello se parte de la actualización del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor en Calles y Carreteras (MTC – 2000), el cual establece lo siguiente:

- Si los espaciamientos entre vehículos que salen de la intersección, son aproximadamente iguales en los carriles críticos de las calles que se intersectan, la repartición del ciclo con indicaciones de luz verde será más o menos correcta cuando los lapsos correspondientes a cada calle se hacen directamente proporcionales a los volúmenes de tránsito en los carriles críticos. (Art. 5.2.2.6)
- En general, todos los semáforos pre-sincronizados separados entre sí hasta 800 m., que controlan el mismo tránsito en una vía principal o en una red de intersecciones de rutas preferenciales, deben operar coordinadamente. (Art. 5.2.2.7)

Por lo tanto, se realizó la sincronización de los semáforos que se encuentran como máximo a 800 m de la intersección de estudio, los cuales son:

- Cruce entre Av. Velasco Astete y Av. Esmeralda, a 280 m al norte de la intersección
- Cruce entre Av. Primavera y Av. Buena Vista, a 440 m al este de la intersección
- Cruce entre Av. Primavera y Calle Monte Bello, a 800 m al oeste de la intersección
- Cruce entre Av. Primavera y Av. Velasco Astete

Dichos semáforos se encuentran ubicados en los puntos 1, 3 y 7 respectivamente según la figura 68. A continuación se muestra una captura del modelo de simulación de tránsito para los puntos ubicados:



Figura 76. Modelo de simulación de tránsito – puntos de inflexión

Fuente: Elaboración propia

Se muestran las cantidades de volúmenes de tránsito en los accesos que intervienen en la zona de estudio, y resaltados en amarillo, los semáforos identificados.

Y a continuación, se muestra la sincronización de semáforos propuesta para los puntos seleccionados (se comparan los ciclos de la intersección de estudio y cada punto), el procedimiento se ha realizado con apoyo del software Synchro 11:

Para el punto 1, se propone el cambio de ciclo semafórico:

Tabla 42. Ciclo semafórico vehicular propuesto – punto 1

	Ciclo Semafórico (seg.)		
	Verde	Ámbar	Rojo
Av. Velasco Astete	51	4	35
Av. Esmeralda	35	4	51

Fuente: Elaboración propia

Dicho ciclo total es de 90 segundos (semáforo ubicado a 280 m al norte de la intersección de estudio). Y a partir de dicho cambio y actualización de los volúmenes de tránsito, se obtiene lo siguiente:

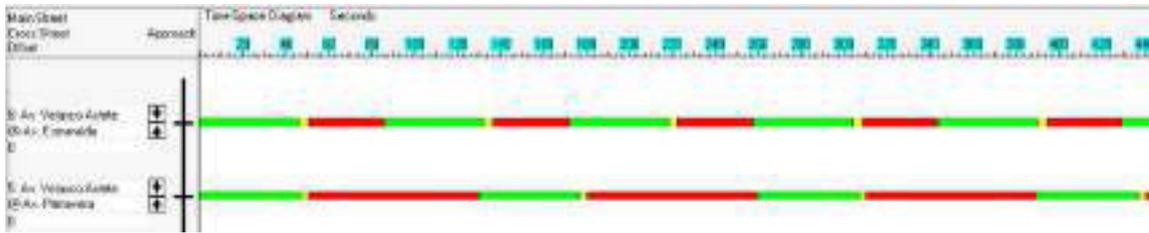


Figura 77. Sincronización de semáforos – punto 1

Fuente: Elaboración propia

Para el punto 3, se propone el cambio de ciclo semafórico:

Tabla 43. Ciclo semafórico vehicular propuesto – punto 3

	Ciclo Semafórico (seg.)		
	Verde	Ámbar	Rojo
Av. Primavera	75	4	45
Av. Buena Vista	45	4	75

Fuente: Elaboración propia

Dicho ciclo total es de 124 segundos (semáforo ubicado a 440 m al este de la intersección de estudio). Y a partir de dicho cambio y actualización de los volúmenes de tránsito, se obtiene lo siguiente:

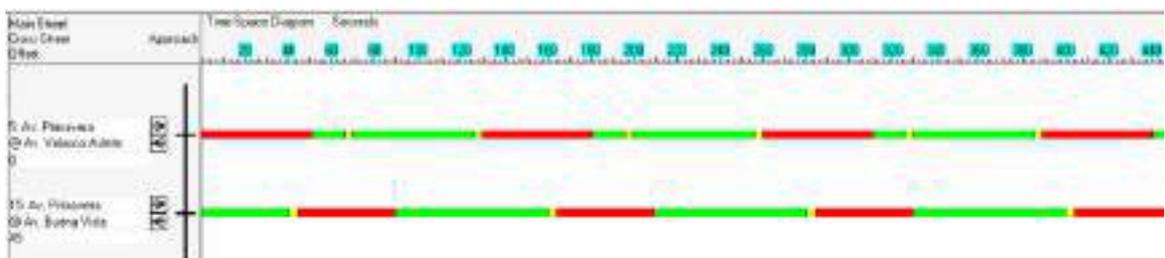


Figura 78. Sincronización de semáforos – punto 3

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para el punto 7, se propone el cambio de ciclo semafórico:

Tabla 44. Ciclo semafórico vehicular propuesto – punto 7

	Ciclo Semafórico (seg.)		
	Verde	Ámbar	Rojo
Av. Primavera	70	4	45
Calle Monte Bello	45	4	75

Fuente: Elaboración propia

Dicho ciclo total es de 120 segundos (semáforo ubicado a 800 m al oeste de la intersección de estudio). Y a partir de dicho cambio y actualización de los volúmenes de tránsito, se obtiene lo siguiente:

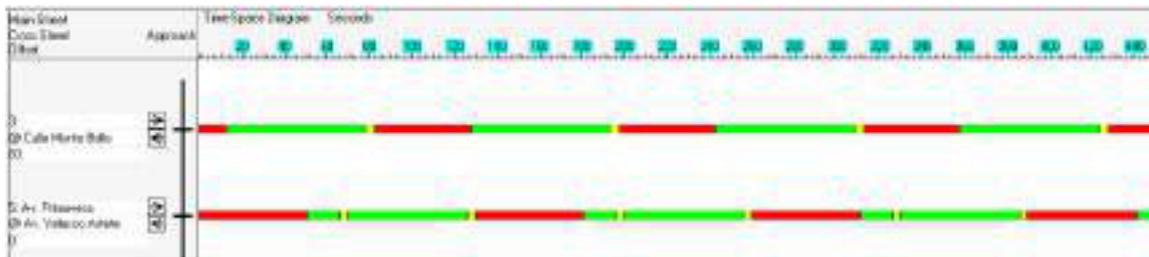


Figura 79. Sincronización de semáforos – punto 7

Fuente: Elaboración propia

7.1.4. Resumen

De todo lo descrito en el presente ítem se resalta que, la reorganización del ciclo semafórico en la intersección entre la Av. Primavera y Av. Velasco Astete busca aliviar el flujo de tránsito de los vehículos que llegan a cada uno de los accesos de la intersección (y vías aledañas), así como mejorar el paso para los usuarios peatonales en la intersección; luego, la influencia directa de las vías subsiguientes en cada dirección significa congestionamientos menores a los de la intersección de estudio, debido a que no se reduce de forma abrupta en ningún sentido el número de carriles y, los dispositivos de control de tránsito que se ubicaron solo necesitarían una sincronización de sus ciclos. El cambio con respecto al NdS en la intersección debido a la actualización del ciclo semafórico se describirá más adelante (ver ítem 7.4).

7.2. AMPLIACIÓN DE CARRIL DE GIRO

La nueva distribución del ciclo semafórico, tal como se desarrolla en el ítem anterior, propone un ordenamiento en los tiempos para cada acceso, dentro de estos, se encuentra el tiempo de verde para el movimiento de giro a la izquierda en cada acceso de la Av. Primavera, el hecho de que actualmente se designe solo un carril para realizar este movimiento en cada acceso haría que la propuesta no obtenga los resultados esperados de mejora en nivel de servicio vehicular, debido a que el grado de saturación que se obtendría con solo un carril y el volumen de tránsito de vehículos que realizan los giros a la izquierda en dichos accesos no reflejarían un mejor nivel de servicio que el que existe actualmente. Por lo tanto, el segundo eje del plan de acción propuesto consiste en habilitar un carril adicional para que se permitan hacer giros a la izquierda en dichos accesos; al tener dos carriles que permitan realizar este movimiento cuando comience el tiempo de verde para los giros a la izquierda en ambos accesos de la Av. Primavera, el nivel de servicio obtenido será mejor en comparación a la situación actual.

Para poder realizar este cambio en el diseño geométrico de la intersección, se parte de lo establecido en el “Plano del Sistema Vial Metropolitano de Lima”, de dicha fuente se establece que la Av. Primavera es una vía del tipo Arterial y la Av. Velasco Astete es una vía del tipo Colectora, tal como se muestra a continuación:



Figura 80. Clasificación de vías en la intersección de estudio

Fuente: Plano del Sistema Vial Metropolitano de Lima

Según lo definido en el ítem 2.2.8 con respecto al tipo de vías, y tomando como base la información establecida en el “Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (2005)” se procedió a verificar las características geométricas en sección transversal actuales para la intersección, por tanto, se tiene a continuación:

7.2.1. Clasificación de la vía Urbana en la intersección

Se muestran en la tabla 42 la relación que existen entre los tipos de vías según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, siendo las Av. Primavera y Velasco Astete, del

tipo Arterial y Colectora respectivamente. El dato fundamental que se requiere para las siguientes verificaciones geométricas es la velocidad de diseño, siendo estas:

- Av. Primavera: $VD = 50 - 80 \text{ km/h} = 50 \text{ km/h}$
- Av. Velasco Astete: $VD = 40 - 60 \text{ km/h} = 50 \text{ km/h}$

Tabla 45. Parámetros de Diseño Vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas

RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de Diseño	Entre 60 y 80 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 165 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 60 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 165 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 165 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 165 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo intermitente, presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando se permita también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos motorizados, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos, cruces, puentes, intersecciones por encima de nivel, etc. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, con excepción de los Bicicletas están permitidas en ciclovías.	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es intermitente. Prioritariamente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales y zonas de tránsito se permiten porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas, recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitida el uso por vehículos (moto y vehículos pesados) si se solicita. El flujo de vehículos pesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desvelo con intersecciones espaciales entre puentes. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales de puentes elevados y mediante túneles. En caso de cruces, se puede proveer algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de rutas auxiliares.	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaislados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Se evita la conexión a vías de otros tipos. Las intersecciones a nivel con otras vías están solo permitidas en áreas de recuperación urbanizada y considerando cruces adicionales para vías.	Existen intersecciones verticalizadas en cruces con vías arteriales y solo verticalizadas de los cruces con otras vías colectoras o más locales. Requiere soluciones especiales para los cruces desde niveles inferiores de viaductos y/o puentes de magnitud apreciable.	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
Número de carriles	Diferenciados: 3 o más carriles/corrido	Unidireccionales: 2 a 3 carriles Bidireccionales: 3 a 7 carriles/corrido	Unidireccionales: 2 o 3 carriles Bidireccionales: 3 a 7 carriles/corrido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 3 carriles/corrido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberá estar preferentemente en vías de servicio localizadas.	Proveer servicios a las propiedades adyacentes.	Proveer servicios a las propiedades adyacentes, debiendo tener acceso propio garantizado.
Servicio de Transporte público	En caso de permitir debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía o en BRTs.	El transporte público autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía o en BRTs.	El transporte público, cuando es autorizado, se desarrolla en carriles exclusivos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles exclusivos para rutas.	No permitido.
Estacionamiento, carga y descarga de mercancías	No permitido salvo en áreas paradas.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para ello. Se regirá por lo establecido en los artículos 269 a 275 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente diseñadas para este uso. Se regirá por lo establecido en los artículos 269 a 275 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se regirá por lo establecido en los artículos 270 a 273 del RNT vigente.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (2005)

Se mantiene el valor de 50 km/h para ambas avenidas debido a que, según el MTC, desde el año 2021, la velocidad máxima para vehículos en zonas urbanas es 50 km/h, según el Decreto Supremo N°025-2021-MTC, el cual establece en la modificatoria del artículo 162 del Reglamento Nacional de Tránsito, aprobado por Decreto Supremo N° 033-2001-MTC lo siguiente:

[...] Artículo 162: Límites máximos de velocidad
 Cuando no existan los riesgos o circunstancias señaladas en los artículos anteriores, los límites máximos de velocidad, son los siguientes:

- a) En zona urbana:
 1. En calles y jirones: 30 km/h
 2. En avenidas: 50km/h [...]

7.2.2. Características geométricas en secciones transversales

A continuación, se muestra la tabla de anchos recomendados para los carriles en zonas urbanas, en función a la velocidad de diseño de las vías.

Tabla 46. Anchos de Carril según Clasificación de Vías Urbanas

CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts) (5)
	LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
		40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)	6.50
	COLECTORA	50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
ARTERIAL		60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75
		70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.0
EXPRESAS		80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (2005)

Tal como se señala y según las velocidades obtenidas en el ítem 7.2.1., los anchos de carril recomendables para la intersección del estudio son de 3.30 m y los mínimos son de 3.25 m. y según las secciones transversales propuestas en el ítem anterior se sabe que los anchos de carril de cada uno del acceso que entran a la intersección de estudio son de 2.80 m, lo cual a simple vista indica que estas vías no fueron correctamente diseñadas; aun así, se muestra a continuación un fragmento del capítulo de Características Geométricas en Secciones Transversales, del Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas:

A modo ilustrativo puede señalarse que es perfectamente recomendable que una vía del tipo arterial con 4 carriles de 3.50 m. de ancho cada uno, en un tramo largo y sin interrupciones laterales, pueda dar lugar a 5 carriles de 2.80 m. de ancho cada uno, en zonas de aproximada de 50 m cercanas a puntos de intersección semaforizados, permaneciendo constante el ancho de la vía con los mismos 14 metros.

Figura 81. Anchos especiales de carril en secciones transversales

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (2005)

Por tanto, de lo señalado en la figura 75, también es recomendable que los anchos de carril pasen de la medida de diseño a 2.80 m, siempre y cuando suceda solo en

aproximaciones a intersecciones señalizadas un mínimo de 50.0 m de distancia, lo que ocurre en la intersección entre las Avenidas Primavera y Velasco Astete. (Ver secciones transversales actuales en ítem 7.1.1.).

A continuación, se presentan dos gráficas en planta de la intersección, que representa lo descrito en el párrafo anterior:

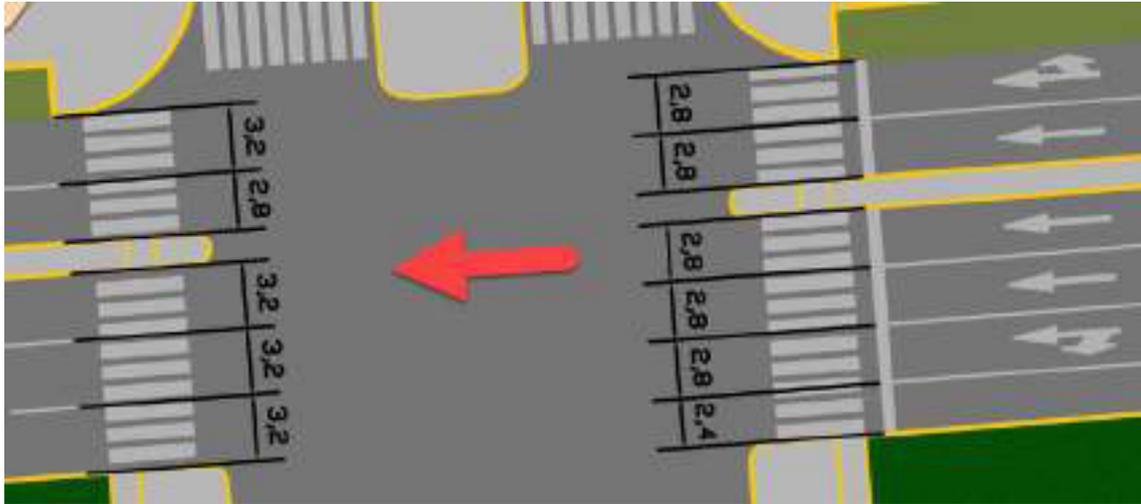


Figura 82. Anchos actuales de carril – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia

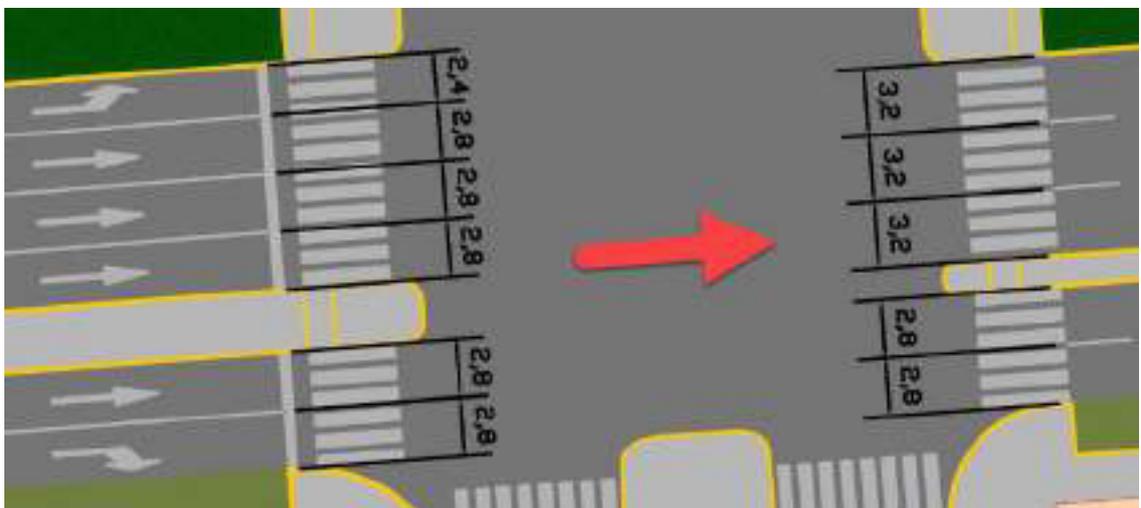


Figura 83. Anchos actuales de carril – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia

Según lo mostrado en las figuras anteriores, se puede observar que, para la zona, se encuentran carriles de ancho 2.8m en los accesos que llegan a la intersección y una vez

estos salen de la intersección pasan a ser de 3.2m de ancho, tal como se especifica en la explicación de la figura 76. Los carriles de giro a la izquierda en cada acceso de la Av. Primavera son de 2.4 m según se ve en la figura, no cumplen con lo mínimo de la norma, por lo tanto, para la presente propuesta, se considerará una ampliación de dichos anchos, de 2.4 m a 2.8 m (Ver ítem 7.2.3).

De igual forma, a continuación, se presentan las consideraciones geométricas de las bermas centrales y laterales según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas:

- Bermas centrales: Según el artículo 10.4 de la norma mencionada, las consideraciones geométricas para las bermas centrales son las siguientes:

Los anchos de bermas centrales se adecuarán a los siguientes criterios:

- Si la función es únicamente la de separar flujos el ancho no será menor a 1.0 metros.
- Si la función, además de separar flujos, es la de servir como islas de refugio para el cruce peatonal, entonces el ancho no será menor a 2.0 metros.
- Si se ha previsto el empleo de estos para alojar en ellos pistas de giro el ancho mínimo será de 5.0 metros.
- Si se ha previsto que los separadores puedan alojar los ensanches de calzada destinados a paraderos, entonces el mínimo será de 6.0 metros.
- Los anchos de 6.0 metros ofrecen así mismo una capacidad mínima de almacenamiento en sus aberturas.
- La pendiente transversal de los separadores o bermas centrales se adecuará a las necesidades de compatibilización altimétrica de las calzadas adyacentes.
- En el caso de aberturas en el espacio de los separadores será recomendable que se mantenga, al menos, la pendiente transversal de una de las calzadas adyacentes. Cuando ello no es posible se sugiere efectuar la compatibilización sin que la diferencia de pendientes en alguna de las aristas exceda el 6%.
- En vías expresas es conveniente que las bermas centrales tengan anchos del orden de 12.0 metros cuando no usen barreras vehiculares y de por lo menos 4.0 metros cuando si las usen.
- En las vías arteriales y colectores, estos separadores pueden ser reducidos, por problemas de limitación de espacio, a un ancho mínimo de 2 y 1 metro, respectivamente, manteniéndose los dispositivos de seguridad y protección necesarios.

Figura 84. Anchos de bermas centrales en secciones transversales

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (2005)

- Bermas laterales: Según el Artículo 10.5. de la norma mencionada, las bermas laterales [...] No deben tener obstáculos y se recomienda que sea pavimentadas o tratadas superficialmente. Las bermas laterales exteriores (lado derecho de la calzada) tendrán anchos comprendidos entre 1.5 y 2.5 metros. [...]

Con dichas consideraciones, se procedió a verificar las medidas de las bermas en cada acceso, siendo estas lo siguiente:

- Av. Primavera Dirección E – O: Berma central = 4.20 m; Bermas laterales = 3.00 y 1.50 m.
- Av. Primavera Dirección O – E: Berma central = 5.60 m; Bermas laterales = 1.50 m.
- Av. Velasco Astete Dirección S – N: Berma central = 7.00 m
- Av. Velasco Astete Dirección N – S: Berma central = 7.30 m

Dichas medidas se pueden verificar en el ítem 7.1.1. del presente capítulo y en los anexos B: Planos de vialidad. Asimismo, las medidas de bermas obtenidas cumplen con los mínimos establecidos para la norma utilizada, por tanto se van a seguir dejando como están en la situación actual.

Por último, se verifican los anchos de carril que existen en la ciclo vía de la Av. Primavera, en función a la normativa “Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-Inclusiva (2017)”:



Figura 85. Anchos actuales de carril – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia

En el ítem 4.3.1. de la normativa mencionada se muestran los tipos de ciclo vías, y dentro de este, los anchos de carril recomendables para estas, del cual se extrae la siguiente figura:



Figura 15. Ejemplo isométrico de ciclovías bidireccionales

Figura 86. Anchos de carril de diseño para ciclovías en berma lateral

Fuente: Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-Inclusiva (2017)

Se observa que el ancho mínimo para este tipo de ciclovías es de 2.80 m por ende separarlo en dos carriles (dos sentidos) de 1.40 m es lo mínimo aceptable. En el siguiente ítem se muestran los anchos en los carriles de ciclovías de la Av. Primavera (son de 1.4 m cada uno, por lo tanto, es aceptable y no se modifican).

Asimismo, se precisa un breve análisis de la situación actual de las ciclovías en la zona alrededor de la intersección de estudio, para ello, según el Plan de Implementación de Ciclovías en Lima Metropolitana 2022 – 2024 (MML) se establece una red de ciclovías existentes y proyectadas para la totalidad de Lima Metropolitana, dentro de esta, se ubicó la intersección de estudio y zonas aledañas, a continuación, se muestra el mapa de ciclovías para Lima:



Figura 87. Distribución de ciclovías en Lima

Fuente: Plan de Implementación de Ciclovías en Lima Metropolitana 2022 – 2024)

De la figura anterior, las líneas moradas representan ciclovías existentes y las verdes a las proyectadas. Y haciendo un acercamiento a nuestra zona de estudio, se tiene lo siguiente:

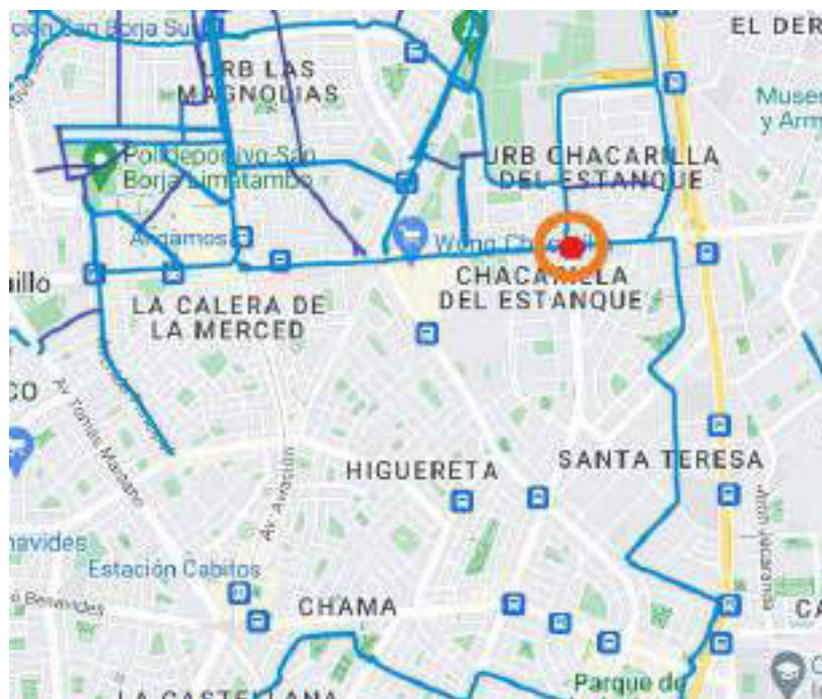


Figura 88. Distribución de ciclovías en Lima

Fuente: Plan de Implementación de Ciclovías en Lima Metropolitana 2022 – 2024) –
Google Maps

De la figura anterior, las líneas azules representan las ciclovías existentes en la zona cercana a la intersección del estudio, y para la presente, se procedió a modo de alternativa ubicar las ciclovías que servirían para conectar esta zona con la red existente, cabe resaltar que la única zona que se vería afectada para la presente investigación sería la dirección norte después de pasar por el cruce entre las Av. Primavera y Velasco Astete. En principio dicha zona que une a la red de ciclovías podría ubicarse en medio de la berma central de la Av. Velasco Astete, para no obstruir con el tránsito existente, pero dicha situación obedecería a una investigación adicional a la presente.

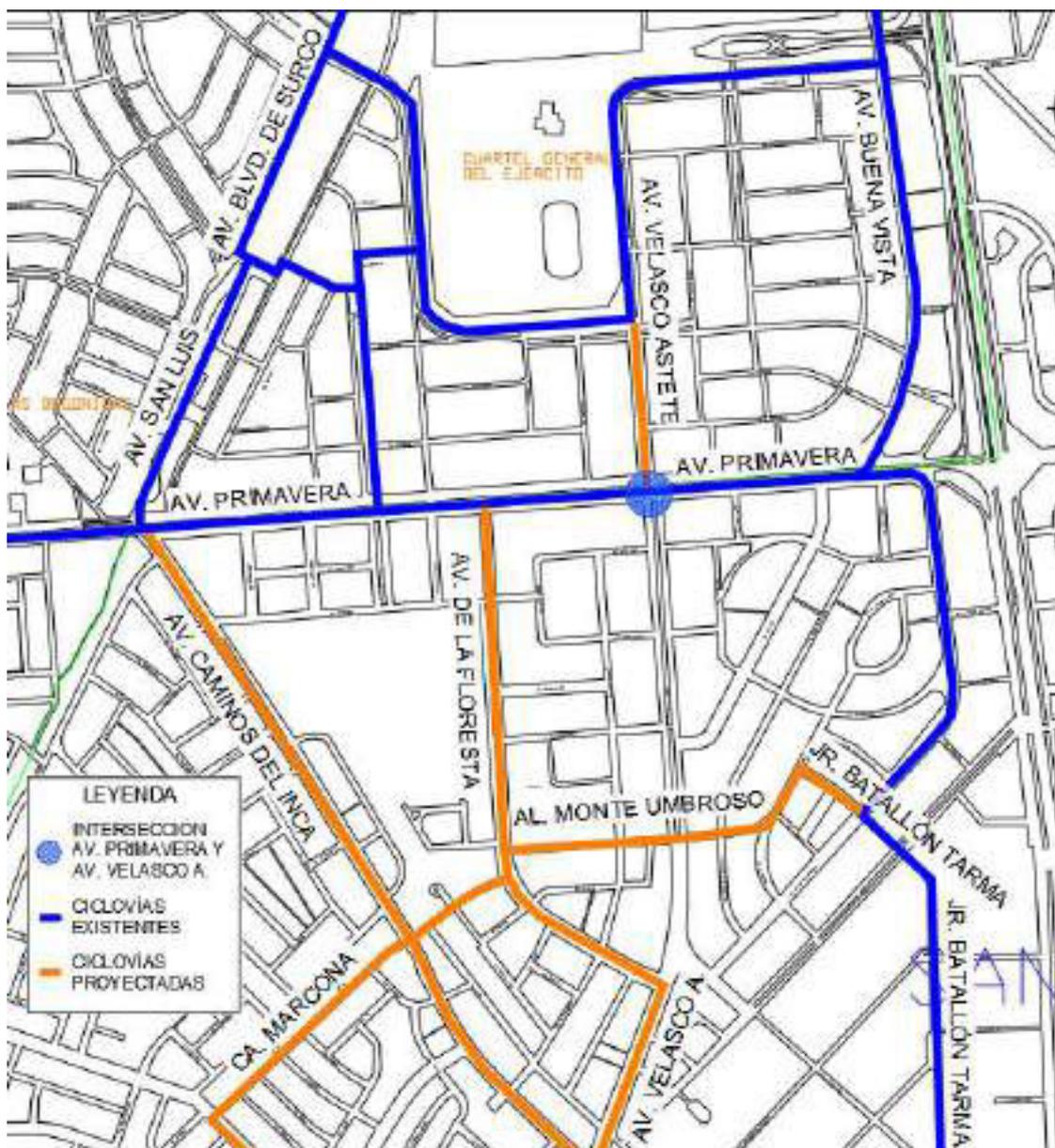


Figura 89. Ubicación y proyección de ciclovías en la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

7.2.3. Ampliación del carril de giro

Debido a lo desarrollado en los ítems anteriores, el aumento de un carril de giro será factible siempre y cuando se mantengan los parámetros identificados para su diseño geométrico, por ende, manteniendo la misma velocidad de diseño y los anchos de carril recomendados, el carril de giro a la derecha que se aumentará en cada dirección de la Av. Primavera será de 2.8m de ancho, y se plantea una reorganización de los tipos de movimientos de los carriles con giro a la izquierda. A continuación, se presentan esquemas para la situación actual y la situación propuesta:

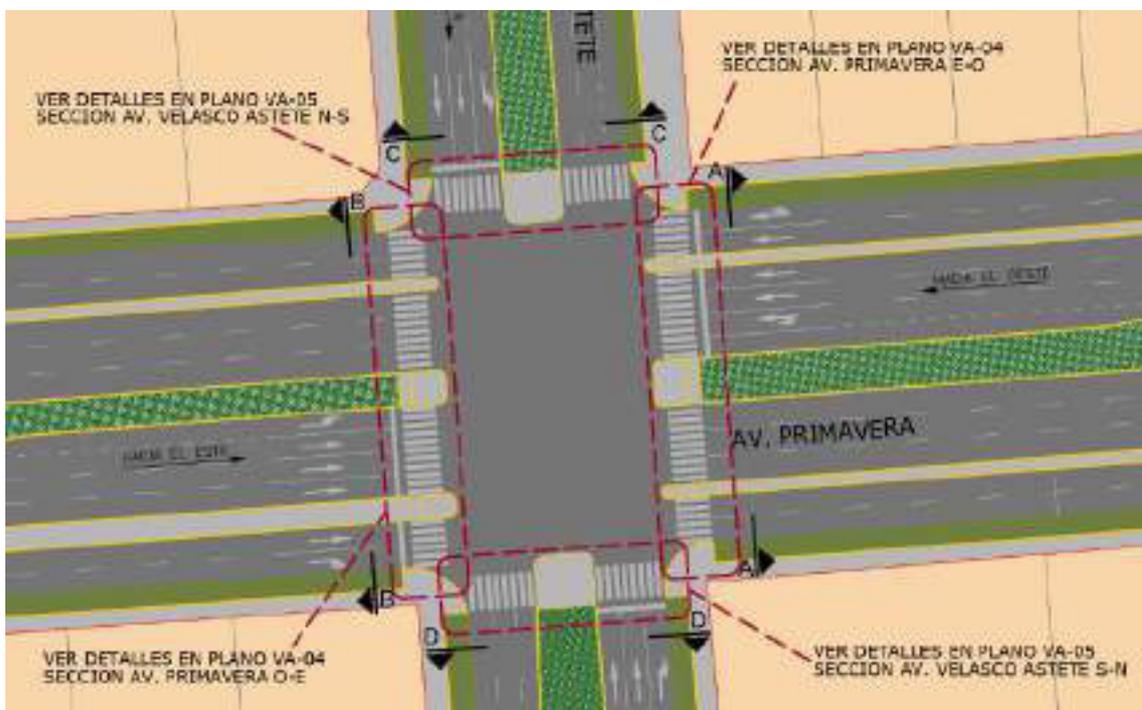


Figura 90. Distribución de carriles – Situación actual

Fuente: Elaboración propia

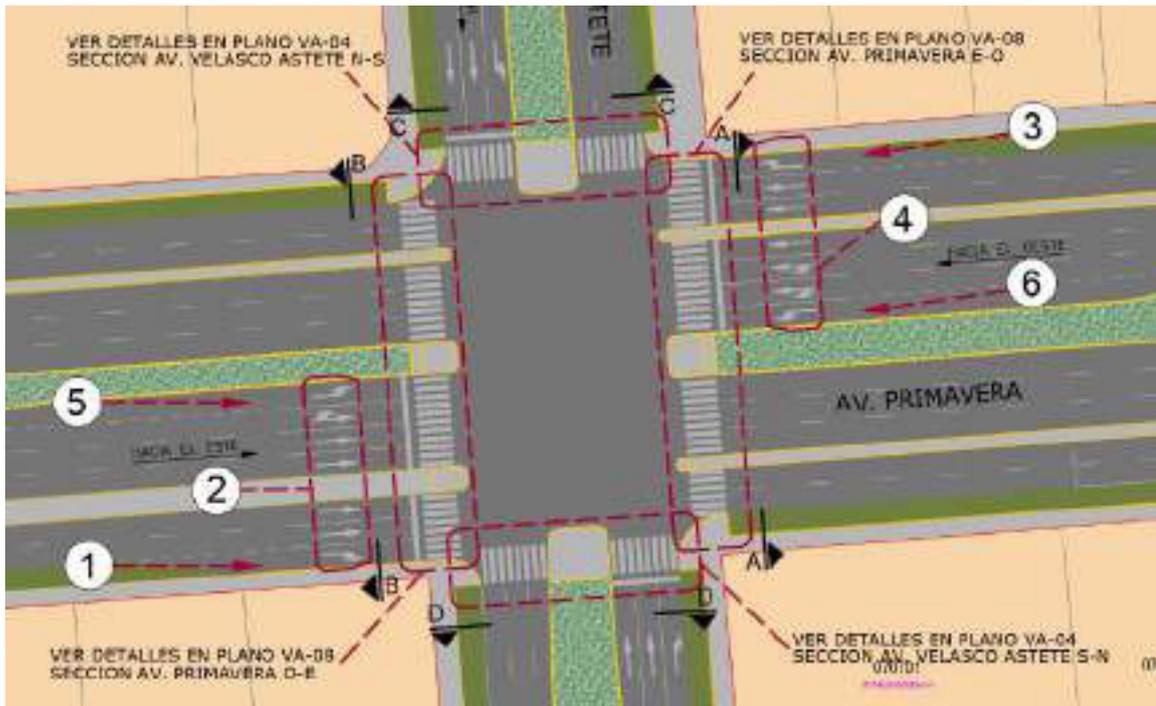


Figura 91. Distribución de carriles – Situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

Se está proponiendo una ampliación de carril de giro a la derecha para cada acceso de la Av. Primavera, y hacer una bahía de giro, de esta forma, es posible reemplazar uno de los carriles directos de cada acceso y habilitarlo como carril de giro a la izquierda, tal como se muestra en la figura 79; los puntos señalados corresponden a lo siguiente:

- Punto 1 y 3: Señala la adición del carril de giro a la derecha adicional para cada acceso de la Av. Primavera (se detalla en párrafos subsiguientes).
- Punto 2 y 4: Señala el cambio de los tipos de movimientos por cada carril en cada acceso de la Av. Primavera.
- Puntos 5 y 6: Señala la ampliación de anchos de carril de giro a la izquierda en cada acceso de la Av. Primavera

A continuación, se muestran las secciones transversales de la situación propuesta (ver anexos B – Plano V-08):

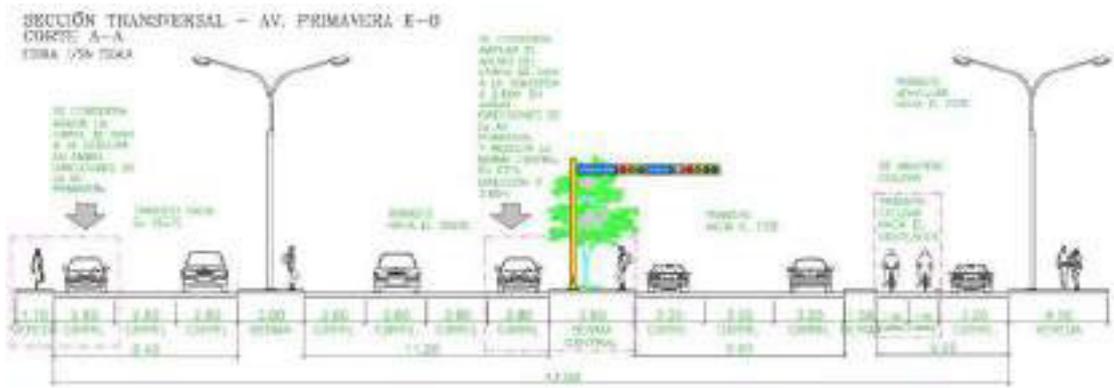


Figura 92. Sección transversal Propuesta – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia

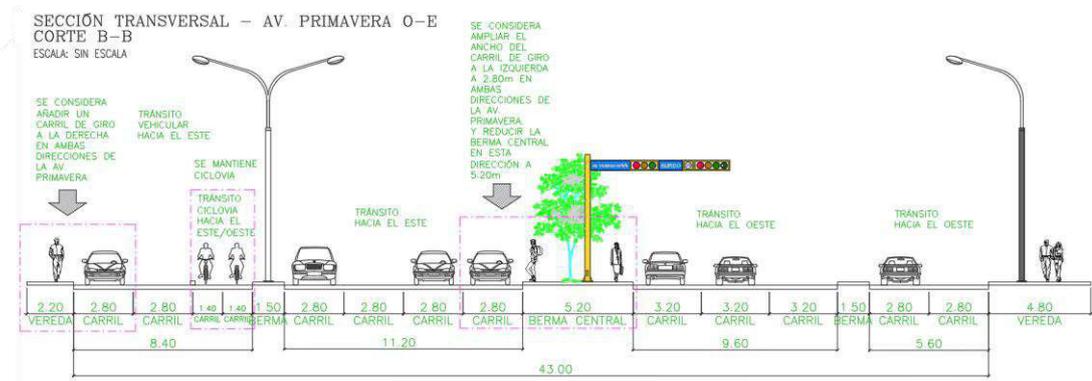


Figura 93. Sección transversal Propuesta – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente al ancho de los carriles, se debe seguir lo estipulado en el “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” con respecto a la señalización horizontal en las vías que vayan a ser modificadas, para eso se presenta el siguiente detalle general.

PLANTA - AV. PRIMAVERA O-E (PROPUESTA)
ESCALA: 1/200 A3

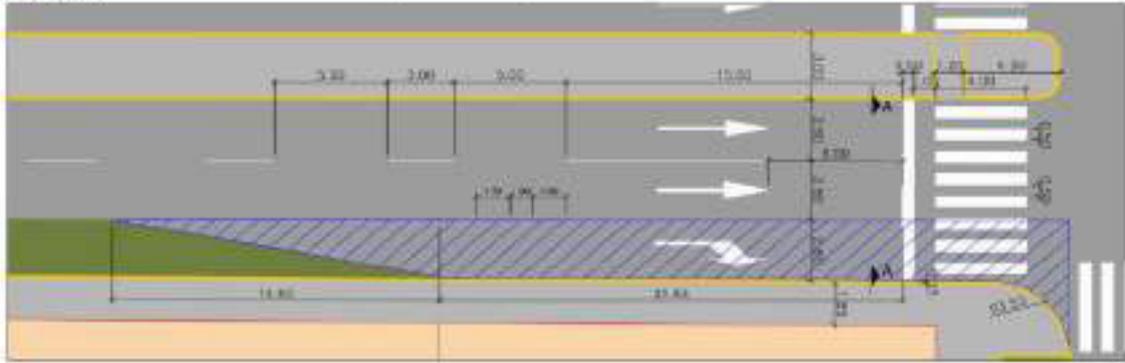


Figura 95. Detalles Carril giro der. Propuesta – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia

PLANTA - AV. PRIMAVERA E-O (PROPUESTA)
ESCALA: 1/200 A3

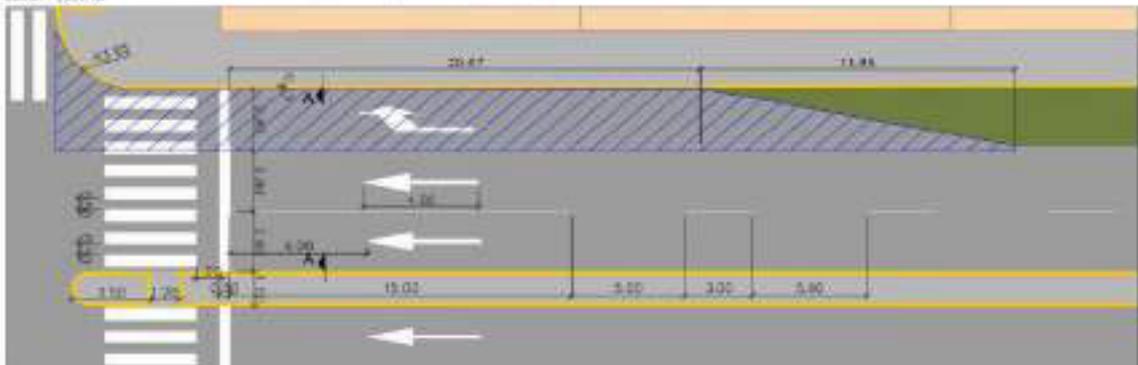
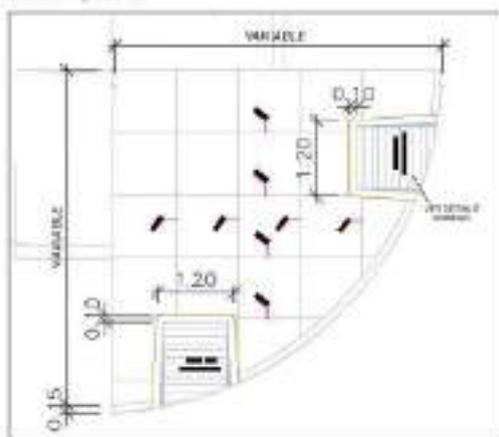


Figura 96. Detalles Carril giro der. Propuesta – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia

PLANTA - DETALLE ESQUINA
ESCALA: 1/125 A3



DETALLE - VEREDAS
ESCALA: 1/30 A3

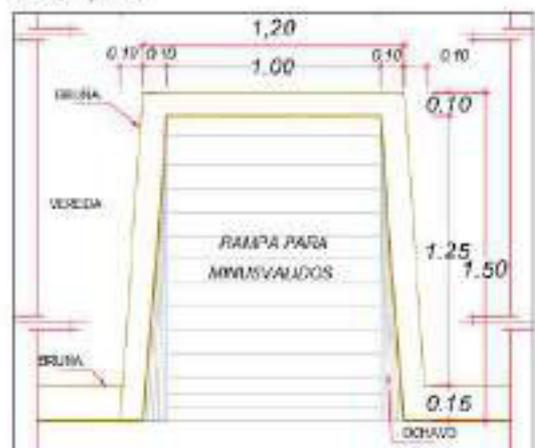


Figura 97. Detalles esquina veredas y rampas – Propuesta

Fuente: Elaboración propia

AMPLIACIÓN ANCHO DE CARRIL GIRO IZQ. - PLANTA - AV. PRIMAVERA O-E
 COAA 1/200.42

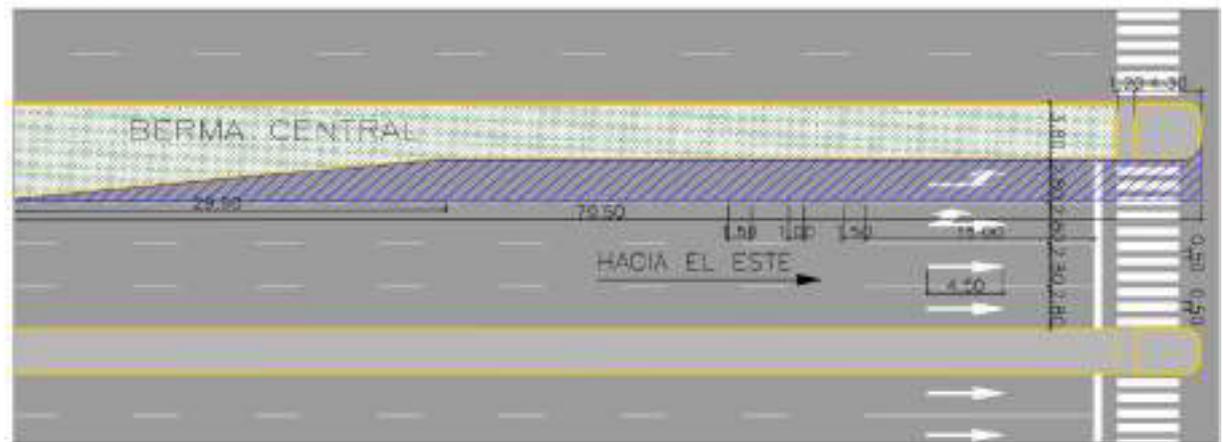


Figura 98. Detalles Carril giro izq. Propuesta – Av. Primavera O – E

Fuente: Elaboración propia

AMPLIACIÓN ANCHO DE CARRIL GIRO IZQ. - PLANTA - AV. PRIMAVERA E-O
 ESCALA: 1/250 A3

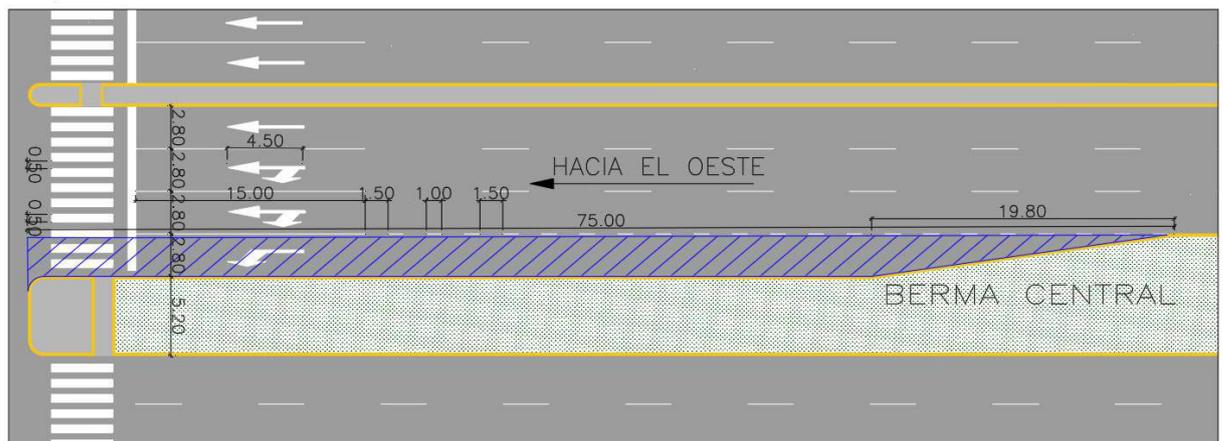


Figura 99. Detalles Carril giro izq. Propuesta – Av. Primavera E – O

Fuente: Elaboración propia

Todos los detalles, plantas y cortes mostrados en el presente capítulo, se encuentran en el anexo B – Planos de vialidad.

Finalmente, se muestra la distribución de anchos de carriles propuestos en plano de planta para la intersección de estudio y zonas aledañas:

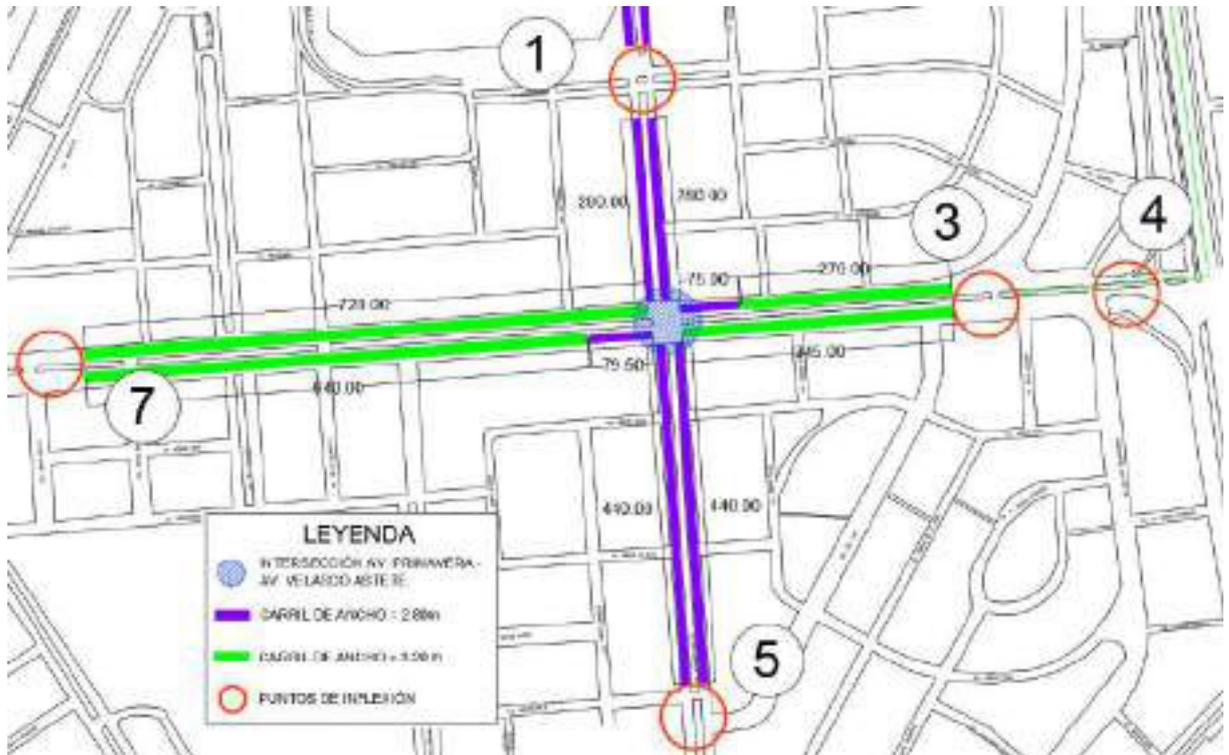


Figura 100. Distribución de anchos de carriles en vías aledañas a la intersección.

Fuente: Elaboración propia

Del cual se puede observar que, para la Av. Primavera, priman los anchos de 3.20 m salvo en zonas cercanas a la intersección con 2.80 m, por las bahías de giro habilitadas. Mientras que, para la Av. Velasco Astete, en su totalidad mantiene carriles de 2.80m de ancho.

7.2.4. Consideraciones para la ampliación del carril de giro

Para la realización de la ampliación de los carriles de giro se deben tener las siguientes consideraciones:

- En el acceso de la Av. Primavera dirección E – O: Existen elementos importantes que, en el caso de realizar esta ampliación, deben reubicarse unos metros para dejar libre la zona y poder realizar los trabajos en el carril de giro, dichos elementos se muestran en las siguientes figuras:



Figura 101. Elementos por reubicarse – Av. Primavera E-O – Vista 1

Fuente: Elaboración propia

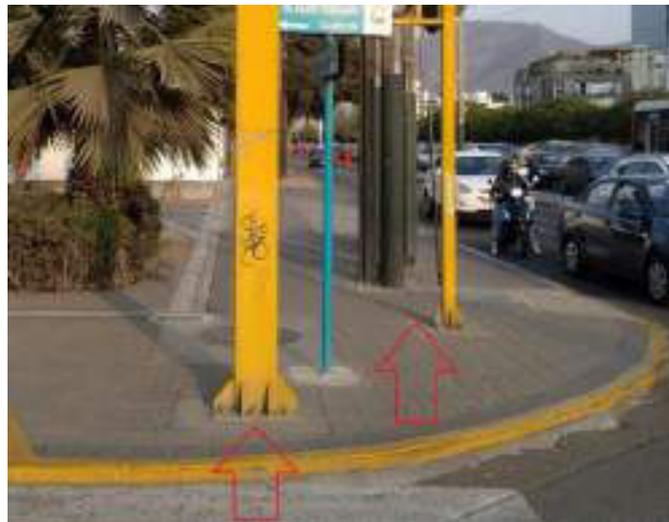


Figura 102. Elementos por reubicarse – Av. Primavera E-O – Vista 2

Fuente: Elaboración propia

De las figuras anteriores, se puede observar que los elementos a reubicar son: Un semáforo vehicular, un semáforo peatonal y tres postes.

Los trabajos necesarios para dichas reubicaciones no son menores, por lo cual, se requiere de una visita de inspección y el planteamiento de los trabajos de demolición, replanteo e instalación; situación que se desarrollaría de forma mucho más detallada en un expediente técnico, en el caso de continuar a mayor escala con la presente investigación.

- En el acceso de la Av. Primavera dirección O – E: Existen elementos importantes que, en el caso de realizar esta ampliación, deben reubicarse unos metros para dejar libre la zona y poder realizar los trabajos en el carril de giro, dichos elementos se muestran en las siguientes figuras:



Figura 103. Elementos por reubicarse – Av. Primavera O-E – Vista 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 104. Elementos por reubicarse – Av. Primavera O-E – Vista 2

Fuente: Elaboración propia

De las figuras anteriores, se puede observar que los elementos a reubicar son: Un semáforo vehicular, un semáforo peatonal y dos postes.

Los trabajos necesarios para dichas reubicaciones no son menores, por lo cual, se requiere de una visita de inspección y el planteamiento de los trabajos de demolición, replanteo e instalación; situación que se desarrollaría de forma mucho más detallada en un expediente técnico completo, en el caso de continuar a mayor escala con la presente investigación.

7.3. PLAN DE DESVÍO PROVISIONAL

Según el conteo del aforo vehicular realizado para la presente investigación (ver ítem 5.3.2.), los volúmenes de tránsito para los movimientos de giro a la izquierda en cada acceso son:

- Av. Primavera E – O: 293 veh/h
- Av. Primavera O – E: 428 veh/h

Estas cantidades son el resultado del promedio de vehículos contados para las 4 horas más representativas a lo largo de un día; y según el ciclo semafórico propuesto, para dichos movimientos solo se contaría con 20 segundos de tiempo de verde y dos carriles hábiles en cada acceso de la Av. Primavera.

Dicha situación generaría una conglomeración notable para los vehículos que realizan giros a la izquierda en ambos accesos en la Av. Primavera; por lo tanto, lo que se necesita es reducir el número máximo de estos vehículos, para eso, en el presente ítem se propone un plan de desvío provisional, enfocado en los vehículos que se encuentran inmersos en esta situación.

A continuación, se muestra un esquema de las calles por donde se transitaría en los desvíos para ambos accesos de la Av. Primavera.



Figura 105. Desvío Provisional – Situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

Según el esquema mostrado, se describe la situación para cada punto crítico:

- Punto 1: Los vehículos que se dirigen en la dirección O – E por la Av. Primavera, y tengan intención de realizar el movimiento de giro a la izquierda en la intersección con la Av. Velasco Astete, tendrán la opción de realizar un desvío por la Av. De la Floresta, siguiendo una trayectoria de tres cuadras hasta llegar a la Av. Esmeralda y realizar un giro a la derecha, para poder llegar al siguiente punto.
- Punto 2: Una vez dichos vehículos se encuentren transitando por la Av. Esmeralda, llegarán a la intersección entre dicha avenida y la Av. Velasco Astete; desde ese momento estos podrán desplazarse, tanto hacia el norte como hacia el este.

Aun así, existirán vehículos que no opten por tomar el desvío y realizarán el giro izq. en la intersección entre la Av. Primavera y Velasco Astete, pero el resultado esperado para esto es que dicha cantidad de vehículos que realicen ese movimiento se reduzca a la mitad.

- Punto 3: Los vehículos que se dirigen en la dirección E – O por la Av. Primavera, y tengan intención de realizar el movimiento izq. en la intersección con la Av. Velasco Astete, tendrán la opción de realizar un desvío por el Jr. Monte de Oca y desplazarle transversalmente a lo largo del Jr. Conde de la Vega del Ren, hasta cruzar por la Alameda Monte Umbroso, para llegar al siguiente punto.
- Punto 4: Una vez dichos vehículos se encuentren transitando por la Alameda Monte Umbroso, llegarán la intersección de dicha alameda y la Av. Velasco Astete; por tanto, desde ese momento, podrán desplazarse hacia el sur como hacia el oeste.

Del mismo modo que se explicó para los puntos 1 y 2, existirán vehículos que no opten por tomar el desvío y realizarán el giro izq. en la intersección entre la Av. Primavera y Velasco Astete, considerando eso, el resultado esperado es que la cantidad de vehículos que realicen ese movimiento se reduzca a la mitad.

Para la realización de dichos desvíos, se deben tener en cuenta estas consideraciones, observadas a partir de una visita a la zona en cuestión:

- Según se planteó para el punto 1 en la presente, el desvío de la Av. De la Floresta, presenta un primer inconveniente, actualmente dicha zona tiene un sardinel que obstruye el tránsito en la dirección O – E de la Av. Primavera, tal como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 106. Desvío Av. De la Floresta – Situación Actual – Vista 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 107. Desvío Av. De la Floresta – Situación Actual – Vista 2

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, para la propuesta, el primer trabajo para garantizar el pase de los vehículos en este desvío es abrir el tránsito en dicha zona, con la demolición de los sardineles mostrados.

- Para ambos desvíos en cada acceso de la Av. Primavera, se está planteando colocar señales verticales para advertir a los conductores la presencia de los desvíos opcionales, en cada giro importante, cuya ubicación se muestra en el plano adjunto V-03 en los anexos.

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la ubicación propuesta para cada señal en el desvío de la Av. Primavera dirección O – E:



Figura 108. Ubicación planteada para Señal vertical 2

Fuente: Elaboración propia



Figura 109. Ubicación planteada para Señal vertical 2

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el registro fotográfico de la ubicación propuesta para cada señal en el desvío de la Av. Primavera dirección E – O:



Figura 110. Ubicación planteada para Señales verticales 3 y 4

Fuente: Elaboración propia



Figura 111. Ubicación planteada para Señal vertical 5

Fuente: Elaboración propia



Figura 112. Ubicación planteada para Señal vertical 6

Fuente: Elaboración propia

- Se tiene en consideración que, la ejecución y puesta en marcha de dichos desvíos significa un aumento del tránsito de vehículos en las avenidas y calles que se encuentran inmersas en estos; lo cual invitaría a realizar los estudios necesarios de aforos considerando estos aumentos de volúmenes de tránsito, y dicho eso, verificar que este aumento en el tráfico no signifique un problema mayor.

Actualmente, en las vías que se describen para los desvíos existe un tránsito de vehículos mucho menor en comparación a la Av. Velasco Astete, y, por ende, para la presente investigación, no se está considerando que los efectos de los desvíos generen mayores problemas de tránsito de vehículos en las calles en cuestión.

Por tanto, en el caso de actuar a una mayor escala con la presente investigación, el estudio de aforo en las calles aledañas expuestas en los presentes desvíos significa una partida específica dentro de un expediente técnico completo.

7.4. RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO - PROPUESTA

7.4.1. NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR

Para la alternativa de mejora del nivel de servicio propuesta, en función a todo lo desarrollado a lo largo del presente capítulo; se están considerando los mismos datos de entrada correspondientes al volumen de tránsito en la situación actual, con los siguientes cambios:

- Se reduce el volumen de tránsito del movimiento de giro a la izquierda en ambos sentidos de la Av. Primavera, en un 50%.
- Se ha aumentado un carril de giro a la derecha, en ambos sentidos de la Av. Primavera
- Se ha realizado un cambio en el ciclo semafórico, se puede apreciar en la tabla 38.

A continuación, se muestra una tabla resumen de las nuevas cantidades correspondientes al volumen de tránsito con la situación propuesta:

Tabla 47. Volumen de tránsito – Situación propuesta

	Volumen de Tránsito (veh / h)		
	Mov. Izq.	Mov. Directo	Mov. Der.
Av. Primavera E - O	147	1528	83
Av. Primavera O - E	214	1469	161
Av. Velasco Astete N - S	111	246	135
Av. Velasco Astete S - N	167	365	73

Fuente: Elaboración propia

Con estas consideraciones, se desarrolla una simulación de tránsito en Synchro 11, la cual tiene como objetivo mejorar el nivel de servicio vehicular actual en la intersección.

A continuación, se muestran los datos de entrada para la simulación, y al finalizar el presente ítem se presentará el nuevo nivel de servicio.



Figura 113. Datos de volumen de tránsito – Situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

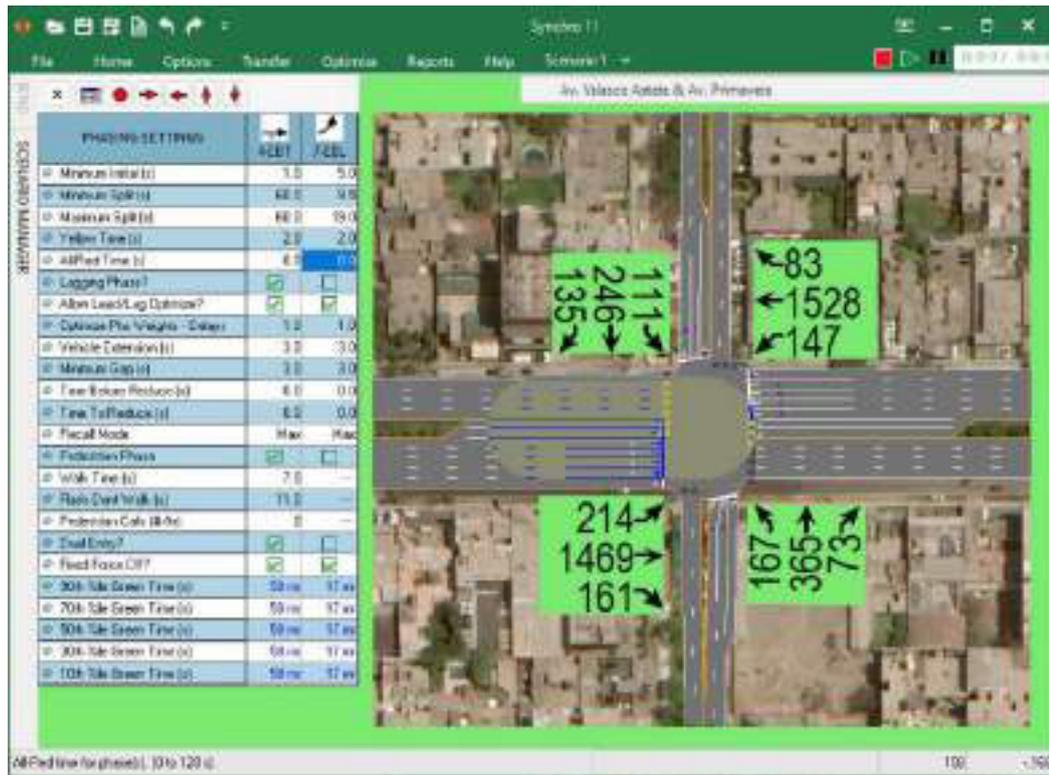


Figura 114. Datos de fase – Av. Primavera O – E, Situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

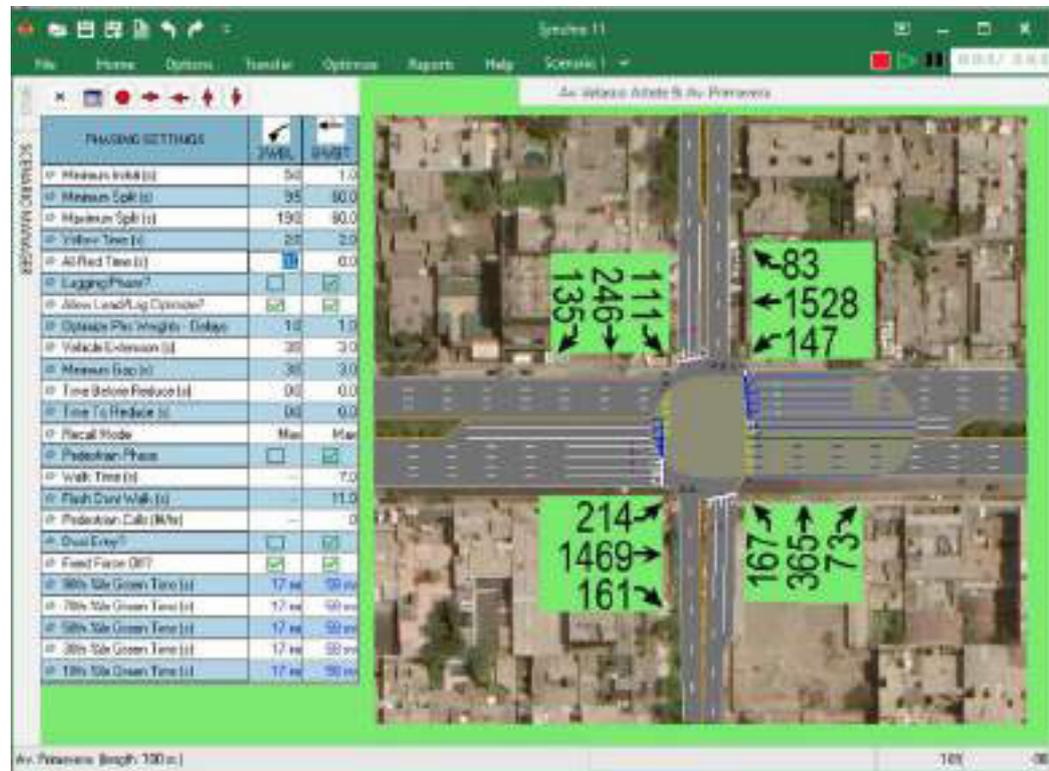


Figura 115. Datos de fase – Av. Primavera E – O, Situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

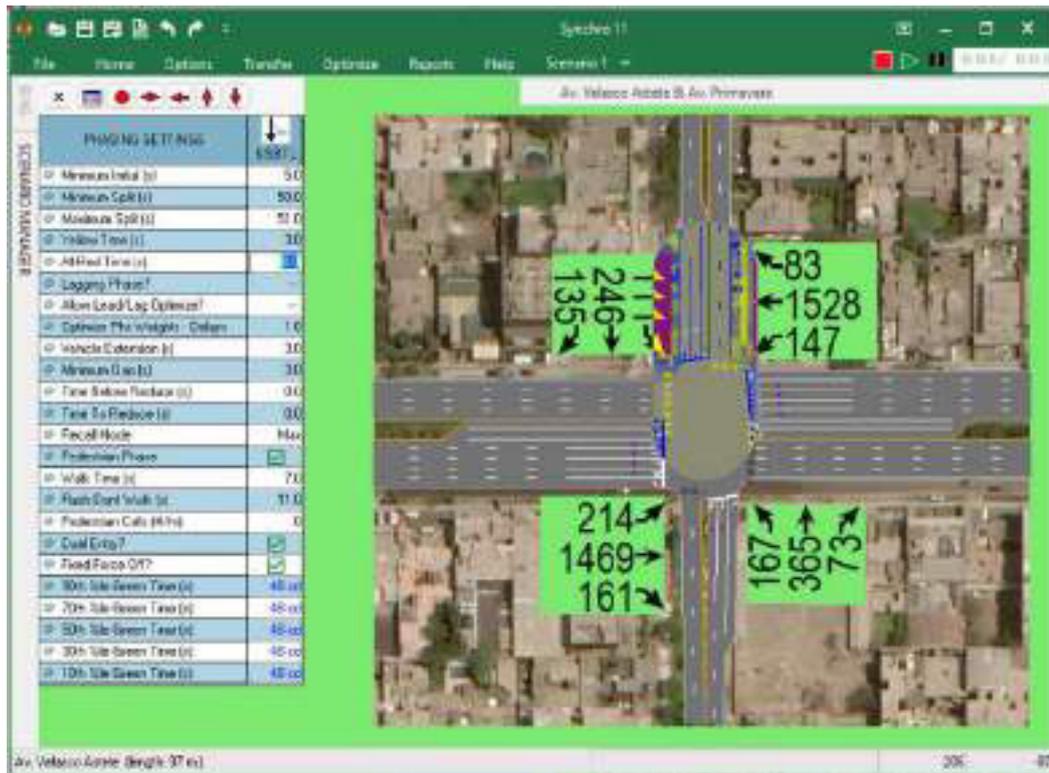


Figura 116. Datos de fase – Av. Velasco Astete N – S, Situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

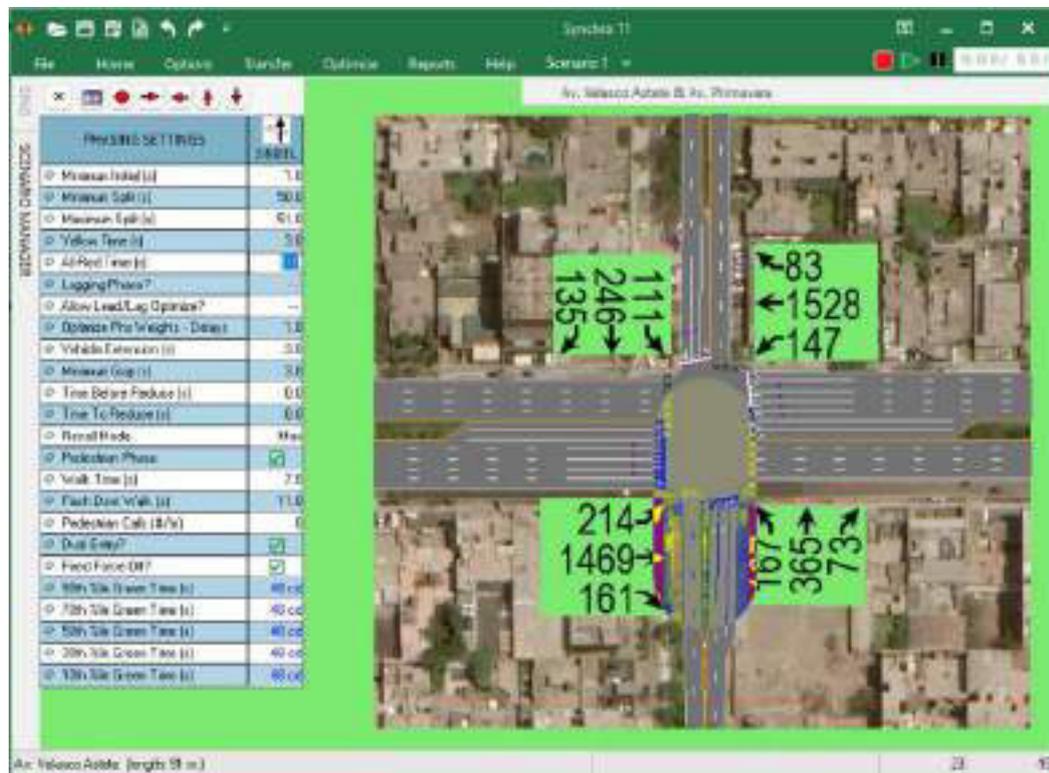


Figura 117. Datos de fase – Av. Velasco Astete S – N, Situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa, se introdujeron los nuevos datos de entrada desarrollados en este capítulo, se pretende con esto, un ordenamiento de toda la intersección en función a la cantidad y tiempos en los cuales los vehículos están en circulación a lo largo de todo el periodo de análisis. Cabe resaltar que aún se están mantenido los volúmenes de diseño de tránsito que se obtuvieron mediante la observación de las horas más representativas en la intersección.

A diferencia de la situación actual del cruce, el hecho de tener tiempos de verde simultáneos en cada dirección de las avenidas genera de forma pasiva una mejora en el desplazamiento de los peatones, ya que no estarían al tanto de qué movimiento de giro se está dando o no en la intersección. Dicha situación se desarrollará de manera más explícita en el siguiente ítem.

A continuación, se muestran los datos finales de geometría, fases y ciclo semafórico con la situación propuesta.

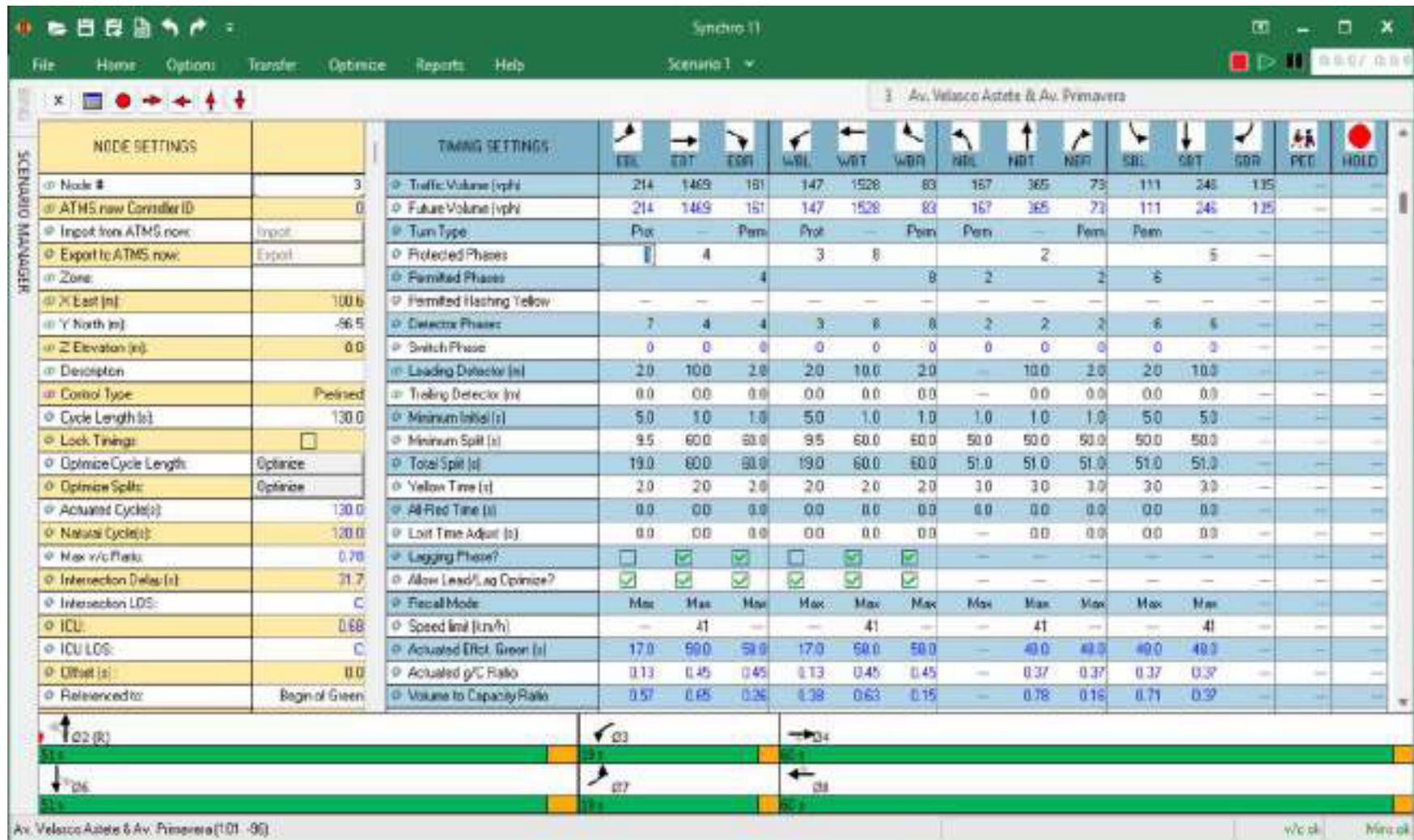


Figura 118. Datos del ciclo semafórico, Resumen general – Situación propuesta

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el nivel de servicio, justo como se desarrolló en el capítulo 4, sabemos que se requiere de dos datos principales: el grado de saturación y la demora.

Por lo tanto, en función a los resultados obtenidos; a continuación, se presentan las tablas resumen, incluyendo estos dos datos para cada acceso, así obteniendo finalmente el nivel de servicio vehicular para la situación propuesta.

- Resultados del acceso Av. Primavera E – O:

Tabla 48. Resumen de resultados (propuesta) – Av. Primavera E – O

	Av. Primavera E - O		
	Mov. Izq	Mov. Directo	Mov. Der
Grupos de Movimientos y Carriles			
Volumen de tránsito (veh/h)	147	1528	83
Grado de saturación	0.38	0.63	0.15
Demora (seg)	54.6	29.0	4.3
Nivel de Serv. (Movimiento)	D	C	A
Demora del acceso	29.7		
Nivel de Serv. (acceso)	C		

Fuente: Elaboración propia

Se muestran los volúmenes de tránsito correspondientes, observando que el volumen para el movimiento de giro a la izquierda se ha reducido a la mitad en comparación a la situación actual.

Los valores de grado de saturación son los siguientes: 0.38 para los movimientos de giro a la izquierda, 0.63 para los movimientos directos y 0.15 para los movimientos de giro a la derecha; lo cual implica que la capacidad total para estos grupos de carriles se encuentra en un 38%, 63% y 15% respectivamente.

La demora total del acceso es de 29.7 segundos, lo cual, junto con los grados de saturación obtenidos representan un nivel de servicio vehicular C.

- Resultados del acceso Av. Primavera O – E:

Tabla 49. Resumen de resultados (propuesta) – Av. Primavera O – E

	Av. Primavera O - E		
	Mov. Izq	Mov. Directo	Mov. Der
Grupos de Movimientos y Carriles			
Volumen de tránsito (veh/h)	214	1469	161
Grado de saturación	0.57	0.65	0.26
Demora (seg)	59.0	29.6	4.2
Nivel de Serv. (Movimiento)	E	C	A
Demora del acceso	30.9		
Nivel de Serv. (acceso)	C		

Fuente: Elaboración propia

Se muestran los volúmenes de tránsito correspondientes, observando que el volumen para el movimiento de giro a la izquierda se ha reducido a la mitad en comparación a la situación actual.

Los valores de grado de saturación son los siguientes: 0.57 para los movimientos de giro a la izquierda, 0.65 para los movimientos directos y 0.26 para los movimientos de giro a la derecha; lo cual implica que la capacidad total para estos grupos de carriles se encuentra en un 57%, 65% y 26% respectivamente.

La demora total del acceso es de 30.9 segundos, lo cual, junto con los grados de saturación obtenidos representan un nivel de servicio vehicular C.

Para ambos accesos de la Av. Primavera se observa una mejora en el nivel de servicio vehicular según la alternativa propuesta, en comparación a la situación actual.

- Resultados del acceso Av. Velasco Astete N – S:

Tabla 50. Resumen de resultados (propuesta) – Av. Velasco Astete N – S

	Av Velasco Astete N - S		
	Mov. Izq	Mov. Directo	Mov. Der
Grupos de Movimientos y Carriles			
Volumen de tránsito (veh/h)	111	246	135
Grado de saturación	0.71	0.37	-
Demora (seg)	57.1	23.8	-
Nivel de Serv. (Movimiento)	E	C	-
Demora del acceso	31.5		
Nivel de Serv. (acceso)	C		

Fuente: Elaboración propia

Se muestran los volúmenes de tránsito correspondientes; en este caso, al igual que en el otro acceso de la Av. Velasco Astete, estos valores representan lo mismo que la situación actual.

Los valores de grado de saturación son los siguientes: 0.71 para los movimientos de giro a la izquierda y 0.37 para los movimientos directos; lo cual implica que la capacidad total para estos grupos de carriles se encuentra en un 71% y 35% respectivamente. La ausencia de resultados para los movimientos de giro a la

derecha se debe a que en dicho acceso no hay un carril con movimientos exclusivos para estos movimientos.

La demora total del acceso es de 31.5 segundos, lo cual, junto con los grados de saturación obtenidos representan un nivel de servicio vehicular C.

- Resultados del acceso Av. Velasco Astete S – N:

Tabla 51. Resumen de resultados (propuesta) – Av. Velasco Astete S – N

	Av Velasco Astete S - N		
	Mov. Izq	Mov. Directo	Mov. Der
Grupos de Movimientos y Carriles		↑↑	↗
Volumen de tránsito (veh/h)	167	365	73
Grado de saturación	-	0.78	0.16
Demora (seg)	-	44.5	8.6
Nivel de Serv. (Movimiento)	-	D	A
Demora del acceso	39.7		
Nivel de Serv. (acceso)	D		

Fuente: Elaboración propia

Se muestran los volúmenes de tránsito correspondientes; en este caso, al igual que en el otro acceso de la Av. Velasco Astete, estos valores representan lo mismo que la situación actual.

Los valores de grado de saturación son los siguientes: 0.78 para los movimientos directos y 0.16 para los movimientos de giro a la derecha; lo cual implica que la capacidad total para estos grupos de carriles se encuentra en un 78% y 16% respectivamente. La ausencia de resultados para los movimientos de giro a la

izquierda se debe a que en dicho acceso no hay un carril con movimientos exclusivos para estos movimientos.

La demora total del acceso es de 39.7 segundos, lo cual, junto con los grados de saturación obtenidos representan un nivel de servicio vehicular D.

Finalmente, se presenta la tabla de resumen agrupando cada uno de los niveles de servicio, obteniendo así el nivel de servicio general para la intersección:

Tabla 52. Nivel de Servicio Vehicular para la Intersección (Propuesta)

	N.S. ACCESOS	N.S. INTERSECCIÓN
Av. Primavera E-O	C	C
Av. Primavera O-E	C	
Av. Velasco Astete N-S	C	
Av. Velasco Astete S-N	D	

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, según la situación propuesta, se está llegando a obtener un nivel de servicio C para la intersección, dicho resultado sustentado con los cálculos mostrados y la simulación de tránsito en el software Synchro 11.

7.4.2. COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR

Con todo lo desarrollado en el presente capítulo, a continuación, se muestra una tabla comparativa del nivel de servicio en situación actual y en situación propuesta, para cada uno de los modos de estudio:

- Nivel de Servicio Vehicular:

Tabla 53. Comparación de Nivel de Servicio Vehicular

	Grado de Saturación		Demora		Nivel de Servicio	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
Av. Primavera E – O	0.65	0.59	30.3	29.7	C	C
Av. Primavera O - E	0.58	0.60	37.6	30.9	D	C
Av. Velasco A. N - S	0.69	0.48	75.7	31.5	E	C
Av. Velasco A. S - N	0.41	0.68	25.7	39.7	C	D

Fuente: Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla 45, con la situación propuesta se está llegando a tener una mejora en los valores de grado de saturación y demoras en cada acceso, salvo por la dirección S – N de la Av. Velasco Astete, particularmente, para este acceso no se ha podido lograr una mejora en los factores del nivel de servicio, aun así, se ha tratado de obtener los mejores valores posibles.

Por lo tanto, la alternativa propuesta, según las simulaciones de tránsito, tiene un resultado favorable.

7.4.3. NIVEL DE SERVICIO PEATONAL

Se realizó el cálculo de la demora peatonal y los puntajes del nivel de servicio peatonal de acuerdo con la reorganización del ciclo semafórico, según lo trabajado en el ítem anterior, se determinó que, en la propuesta, dicho ciclo será constante, a diferencia de la situación actual. A continuación, se muestran los resultados.

Tabla 54. Datos del ciclo semafórico actualizado (propuesta)

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL				 UNMSM Universidad Nacional Mayor de San Marcos Universidad del Tercer Decenio de América		
INFORMACIÓN GENERAL						
Tesis:	Propuesta de mejora del Nds peatonal y vehicular en el cruce de las Av. Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima					
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño			Intesección:	Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:	-			Año de análisis:	2022	
Tiempo de análisis:	Variable			Fecha:	23 de junio	
DATOS CICLO SEMAFÓRICO (tiempo) - Ciclo semafórico peatonal						
ITEM	LUZ	TIEMPO (S)	TIEMPO (S)	TIEMPO (S)	TIEMPO (S)	PedDelay
1	VERDE EFECTIVO PEATONAL	53	53	53	53	25.75
	ROJO	84	84	84	84	
	CICLO	137	137	137	137	
2	VERDE EFECTIVO PEATONAL	73	73	73	73	14.95
	ROJO	64	64	64	64	
	CICLO	137	137	137	137	
3	VERDE EFECTIVO PEATONAL	73	73	73	73	14.95
	ROJO	64	64	64	64	
	CICLO	137	137	137	137	
4	VERDE EFECTIVO PEATONAL	53	53	53	53	25.75
	ROJO	84	84	84	84	
	CICLO	137	137	137	137	
5	VERDE EFECTIVO PEATONAL	84	84	84	84	10.25
	ROJO	53	53	53	53	
	CICLO	137	137	137	137	
6	VERDE EFECTIVO PEATONAL	84	84	84	84	10.25
	ROJO	53	53	53	53	
	CICLO	137	137	137	137	
7	VERDE EFECTIVO PEATONAL	73	73	73	73	14.95
	ROJO	64	64	64	64	
	CICLO	137	137	137	137	
8	VERDE EFECTIVO PEATONAL	73	73	73	73	14.95
	ROJO	64	64	64	64	
	CICLO	137	137	137	137	
9	VERDE EFECTIVO PEATONAL	84	84	84	84	10.25
	ROJO	53	53	53	53	
	CICLO	137	137	137	137	
10	VERDE EFECTIVO PEATONAL	84	84	84	84	10.25
	ROJO	53	53	53	53	
	CICLO	137	137	137	137	

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de la puntuación del Nivel de Servicio Peatonal

Se realizó el cálculo del Nivel de Servicio Peatonal con los nuevos datos obtenidos de la propuesta de reorganización vehicular, tanto del desvío provisional como de la ampliación del carril de giro. Con esto se tiene lo siguiente.

Tabla 55. Puntajes del Nivel de Servicio Peatonal 1 - Propuesta

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL									
INFORMACIÓN GENERAL									
Tesis:		Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima							
Encargado:		Paul Laurente - Brigitte Niño				Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:		Universidad Nacional Mayor de San Marcos				Año de análisis:		2022	
Tiempo de análisis:		-				Fecha:		23 de junio	
DATOS NECESARIOS									
Periodo de Análisis		RTOR	Perm Lefts	Perp TrafVol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	PedDelay	Punt. NSP
Acceso:		AV PRIMAVERA				Dirección:		O - E antes de la intersección	
1	15 min	41	54	368	1	60	6	25.75	4.6939
Acceso:		AV PRIMAVERA				Dirección:		O - E después de la intersección	
1	15 min	0	0	493	0	60	5	14.95	5.8920
Acceso:		AV PRIMAVERA				Dirección:		E - O antes de la intersección	
1	15 min	21	37	382	0	60	6	10.25	5.3546
Acceso:		AV PRIMAVERA				Dirección:		E - O después de la intersección	
1	15 min	0	0	452	1	60	5	14.95	4.5446

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Puntajes del Nivel de Servicio Peatonal 2 - Propuesta

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL									
									
INFORMACIÓN GENERAL									
Tesis:	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima								
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño				Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos				Año de análisis:	2022			
Tiempo de análisis:	-				Fecha:	23 de junio			
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS								
	RTOR	Perm Lefts	Perp TrafVol	RTCI	PerpTraf Speed	Lanes Crossed	PedDelay	Punt. NSP	
Acceso:	AV VELASCO ASTETE				Dirección:	N - S antes de la intersección			
1	15 min	28	34	62	0	60	3	10.25	2.8301
Acceso:	AV VELASCO ASTETE				Dirección:	N - S después de la intersección			
1	15 min	0	0	193	0	60	3	10.25	3.0779
Acceso:	AV VELASCO ASTETE				Dirección:	S - N antes de la intersección			
1	15 min	19	42	92	1	60	3	10.25	3.0046
Acceso:	AV VELASCO ASTETE				Dirección:	S - N después de la intersección			
1	15 min	0	0	166	0	60	3	10.25	3.2885

Fuente: Elaboración propia

- Resultados del nuevo Nivel de Servicio

Con los resultados de la puntuación del nivel de servicio peatonal, obtendremos el Nivel de Servicio en cada acceso, tal como se muestra en la tabla y con ello se obtiene el Nivel de Servicio Peatonal de la intersección.

Tabla 57. Nivel de Servicio Peatonal General para la intersección - Propuesta

Nivel de Servicio Peatonal para cada Acceso				
ACCESO	DIRECCIÓN	PUNT. NSP	NSP	PROM. NSP
Av. Primavera	O-E antes de la intersección	4.6939	E	D
	O-E después de la intersección	5.8902	F	
	E-O antes de la intersección	5.3546	F	
	E-O después de la intersección	4.5446	E	
Av. Velasco Astete	N-S antes de la intersección	2.8301	C	
	N-S después de la intersección	3.0779	C	
	S-N antes de la intersección	3.0046	C	
	S-N después de la intersección	3.2885	C	

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que, a diferencia del nivel de servicio peatonal calculado para la situación actual, según lo obtenido en la situación propuesta, se están obteniendo menores demoras peatonales (ver tablas 47 y 48) de forma bastante considerable, lo cual implica una gran mejora dentro de este cálculo, pero a su vez, el hecho de estar considerando más carriles en cada acceso de la av. Primavera, ocasiona que los puntajes de nivel de servicio no demuestren una mejora notable solo en estos accesos, por ende, la mejora del nivel de servicio obtenido no es muy relevante si se ve desde una perspectiva general.

Por tanto, se puede observar, la intersección tendrá como nuevo nivel de servicio peatonal “D”, mientras que, sin la propuesta, se tenía un nivel de servicio peatonal “E”; dejando demostrado que con la situación propuesta, que por el lado de las demoras se obtiene una gran mejora y por el lado de los puntajes (en función a la cantidad de carriles) no se observa una mejora sustancial, y como promedio de estas, la mejora total del nivel de servicio peatonal es de un rango dentro de la jerarquía establecida desde un inicio.

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

El análisis completo para los niveles de servicio vehicular y peatonal realizado para la intersección de estudio y la propuesta de mejora de estos, satisface los lineamientos descritos en la matriz de consistencia de la presente investigación.

Las conclusiones específicas se presentan a continuación:

8.1.1. DEL ANÁLISIS DE NIVEL DE SERVICIO ACTUAL

- a. De acuerdo con el cálculo del nivel de servicio vehicular en la intersección, se obtuvo un Nivel general del tipo D, lo cual representa una incomodidad considerable en la transitabilidad de la intersección, tal como se explicó, principalmente por la mala distribución de tiempos en el ciclo semafórico.

Los valores de grado de saturación y demoras obtenidos para cada acceso son los siguientes:

- Av. Primavera E – O: Grado de Saturación 0.65; demora 30.3 seg.
- Av. Primavera O – E: Grado de Saturación 0.58; demora 37.6 seg.
- Av. Velasco Astete N – S: Grado de Saturación 0.69; demora 75.7 seg.
- Av. Velasco Astete S – N: Grado de Saturación 0.41; demora 25.7 seg.

- b. De acuerdo con el cálculo del nivel de servicio peatonal en la intersección, se obtuvo un Nivel general del tipo E, lo cual, en este caso, representa una gran incomodidad en los tiempos de espera para poder utilizar los cruces peatonales en cada acceso de la intersección.

Los valores de puntuación de nivel de servicio para peatones obtenidos son los siguientes:

- Av. Primavera O – E (Antes de la intersección): 5.7487
- Av. Primavera O – E (Después de la intersección): 5.2955
- Av. Primavera E – O (Antes de la intersección): 5.5697
- Av. Primavera E – O (Después de la intersección): 5.6467
- Av. Velasco Astete N –S (Antes de la intersección): 2.8986
- Av. Velasco Astete N –S (Después de la intersección): 3.3868
- Av. Velasco Astete S –N (Antes de la intersección): 3.0445
- Av. Velasco Astete S –N (Después de la intersección): 3.7492

8.1.2. DE LA PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO

- a. De acuerdo con la alternativa propuesta, se han obtenido nuevos datos, obteniendo un nivel de servicio vehicular general del tipo C, lo cual representa una mejora en el nivel de servicio actual. Este nivel de servicio representa una circulación de rango estable aun teniendo cierta disminución de maniobrabilidad de los usuarios.

Los nuevos valores de saturación y demoras obtenidos para cada acceso son los siguientes:

- Av. Primavera E – O: Grado de Saturación 0.59; demora 29.7 seg.
- Av. Primavera O – E: Grado de Saturación 0.60; demora 30.9 seg.
- Av. Velasco Astete N – S: Grado de Saturación 0.48; demora 31.5 seg.
- Av. Velasco Astete S – N: Grado de Saturación 0.68; demora 39.7 seg.

- b. De acuerdo con la alternativa propuesta, se han obtenido nuevos datos, obteniendo un nivel de servicio peatonal general del tipo D, lo cual representa una mejora en el nivel de servicio actual. Este nivel de servicio representa una circulación de rango estable aun teniendo cierta disminución de maniobrabilidad de los usuarios.

Los nuevos valores de puntuación de nivel de servicio para peatones obtenidos son los siguientes:

- Av. Primavera O – E (Antes de la intersección): 4.6939
- Av. Primavera O – E (Después de la intersección): 5.8902

- Av. Primavera E – O (Antes de la intersección): 5.3546
- Av. Primavera E – O (Después de la intersección): 5.5446
- Av. Velasco Astete N –S (Antes de la intersección): 2.8301
- Av. Velasco Astete N –S (Después de la intersección): 3.0779
- Av. Velasco Astete S –N (Antes de la intersección): 3.0046
- Av. Velasco Astete S –N (Después de la intersección): 3.2885

8.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y las conclusiones expuestas, se recomienda lo siguiente:

- a. Para los procesos de conteo (aforo vehicular, aforo peatonal, velocidad de aproximación); se debe procurar realizarlos de forma separada en fechas que tengan un similar desarrollo de la infraestructura vial, para lograr un resultado más exacto de la realidad. O en un caso diferente, trabajar un amplio grupo de personas en donde cada uno se encargue de una tarea específica.
- b. Los resultados obtenidos de los conteos realizados se deben evaluar de acuerdo al tipo de análisis que se necesita para la investigación, particularmente, para la presente se optó por utilizar las cuatro horas más representativas en tránsito peatonal y vehicular.
- c. Las alternativas de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular que se pueden plantear en una situación como la presentada en esta investigación, no deben tomarse como definitivas, puesto que cada intersección urbana tiene ciertas diferencias que dependen principalmente de la utilidad de tránsito de estas en el día a día.
- d. Puesto que la normativa peruana se limita a desarrollar el diseño de intersecciones para carreteras y no para zonas urbanas, es necesario que las entidades públicas que correspondan emitan las normativas que sean necesarias para poder difundir de forma más explícita lo expuesto en la presente investigación.

- e. En futuras investigaciones, dependiendo de las alternativas propuestas de mejora, contar con las simulaciones de tránsito de vías aledañas importantes puede significar una mayor exactitud al momento de trabajar estas alternativas.

- f. Como una recomendación dirigida a nuestra escuela profesional de estudios, se está dejando todo lo desarrollado en la presente tesis como propuesta para en un futuro poder realizar este tipo de trabajos a una mayor escala y generar mayor investigación con respecto a este tema; por lo cual, la presente puede funcionar como el inicio de una base de datos de niveles de servicio para ciertas intersecciones, por ende, el desarrollo de los cálculos de niveles de servicio en otras intersecciones de la ciudad de Lima (o incluso de otras ciudades del país) podría ser tema de una nueva investigación para los futuros colegas de nuestra casa de estudios.

BIBLIOGRAFÍA

HCM 2010: *Highway Capacity Manual Volume 3: Interrupted Flow*. Washington, D.C.: Transportation Research Board

ICG (2005). Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – VCHI

MTC, SUTRAN 2016. Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito

MML-GTU (2017). Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-Inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista

MTC (2018). Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

Trafficware, Ltd. (2011). *Synchro Studio 8: Synchro plus SimTraffic and 3D Viewer*

INEI. *Informe Técnico N° 08 – Agosto 2022: Flujo Vehicular por Unidades de Peaje – Junio 2022*.

GH.020 *Modificación de la Norma Técnica GH.020 Componentes de Diseño Urbano*. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Diario Correo (2018). *Puntos críticos de tráfico vehicular en Lima (Infografía)*. Obtenido de: <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/trafico-lima-conozcq-45-puntos-criticos-aquejan-ciudadania-infografia-819767/>

Escorza Mariana, Rodríguez Gonzalo (2016). *Transporte Urbano: ¿Cómo Resolver la Movilidad en Lima y Callao?* CIES – Universidad del Pacífico.

Defensoría del Pueblo (2019). *Informe de Adjuntía N° 001-2019-DP/AMASPPI.SP: Seguimiento a las Condiciones de Infraestructura Vial para el Tránsito de Peatones y Conductores en Puntos Críticos de los Distritos de Lima Y Callao.*

MML 2019. Decreto de Alcaldía N°011. Regulan la Circulación de Vehículos de Transporte de Carga y/o Mercancías en Lima Metropolitana

MTC 2021. Decreto Supremo N°025-2021-MTC, Modificatoria del Reglamento Nacional de Tránsito, aprobado por Decreto Supremo N° 033-2001-MTC.

Doig Godier, Jean Christian (2010). *Análisis del nivel de servicio peatonal en la ciudad de Lima.*

Vega Cuevas, Zaira Yahaira (2018). *Análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio de las Vías de Ingreso a la Ciudad de Cajamarca Pertenecientes a la Red Vial Nacional.*

Márquez Saldívar, Luis Fernando (México, 2013). *Determinación del Nivel de Servicio en pasillos de acceso a las estaciones Perisur y Villa Olímpica del BRT – Metrobús*

Villarroel Eglimar, Cipriani Karla (Venezuela, 2016) *Estudio de la Capacidad Vial y los Niveles de Servicio que Ofrece la Intersección SemafORIZADA Ruíz Pineda, Ubicada en la Parroquia Marhuanta, Ciudad Bolívar – Estado Bolívar.*

Municipalidad Metropolitana de Lima (2022). Plan de Implementación de Ciclovías en Lima Metropolitana 2022 – 2024.

MTC (2000). Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

ANEXOS

Anexo A: Hojas de Trabajo

Fichas de trabajo para las mediciones correspondientes

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR											
INFORMACIÓN GENERAL											
Tesis:	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:							Intersección:				
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos						Año de análisis:				
Tiempo de análisis:							Fecha:				
DATOS - AFORO VEHICULAR											
Acceso:							Dirección:				
Periodo de Análisis	Tipos de Vehículos										
	Vehículos Ligeros			Buses				Vehículos Pesados			
	L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R	
1											
	Sub Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2											
	Sub Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3											
	Sub Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4											
	Sub Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

S* Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE DATOS				
INFORMACIÓN GENERAL				
Tesis	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima			
Encargado:		Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Año de análisis:		
Tiempo de análisis:		Fecha:		
DATOS - CICLO SEMAFÓRICO (tiempo)				
Ciclo Semafórico Vehicular - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
1	Av. Primavera	VERDE		
		ÁMBAR		
		ROJO		
		GIRO IZQ		
Ciclo Semafórico Vehicular - Norte / Sur				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			N - S	S - N
2	Av. Velasco Astete	VERDE		
		ÁMBAR		
		ROJO		
		GIRO IZQ		
Ciclo Semafórico Peatonal - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
3	Av. Primavera	VERDE		
		ROJO		
Ciclo Semafórico Peatonal - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
4	Av. Velasco Astete	VERDE		
		ROJO		

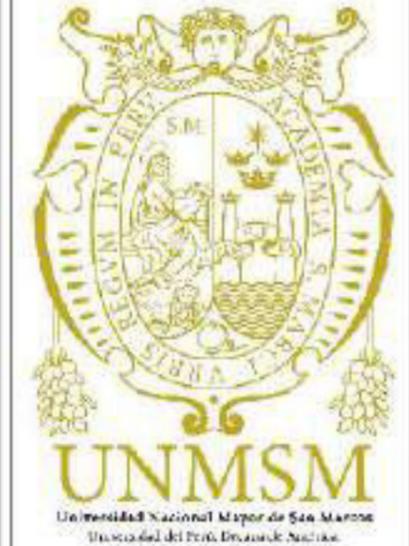
HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE DATOS GEOMÉTRICOS							 UNMSM <small>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</small>	
INFORMACIÓN GENERAL								
Tesis:		Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima						
Encargado:					Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:		Univ. Nacional Mayor de San Marcos			Año análisis:			
Tiempo de análisis:					Fecha:			
DIMENSIONES DE LOS ACCESOS								
Nro	Acceso	Dirección	Tipos de carril					Anchos de carril
			Giros a la derecha	Compartido giro a la derecha	Directos	Compartido giro a la izquierda	Giro a la izquierda	
1								
2								
3								
4								

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE DATOS				
INFORMACIÓN GENERAL			UNMSM UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS	
Tesis	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima			
Encargado:		Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Año de análisis:		
Tiempo de análisis:		Fecha:		
DATOS - CICLO SEMAFÓRICO (tiempo)				
Ciclo Semafórico Peatonal - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
1	Av. Primavera	CICLO		
		VERDE EFECTIVO PEATONAL		
Ciclo Semafórico Peatonal - Norte / Sur				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			N - S	S - N
2	Av. Velasco Astete	CICLO		
		VERDE EFECTIVO PEATONAL		
Ciclo Semafórico Peatonal - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
3	Av. Primavera	CICLO		
		VERDE EFECTIVO PEATONAL		
Ciclo Semafórico Peatonal - Este / Oeste				
ITEM	ACCESO	LUZ	DIRECCIÓN	
			E - O	O - E
4	Av. Velasco Astete	CICLO		
		VERDE EFECTIVO PEATONAL		

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL							UNMSM UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCO	
INFORMACIÓN GENERAL								
Temas:	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima							
Encargado:		Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete					
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos		Año de análisis:					
Tiempo de análisis:			Fecha:					
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL								
Acceso:			Dirección:					
Período de Análisis	DATOS NECESARIOS							
	RTOR	PermaLefts	PerpTrafVol	RTCI	PerpTrafSpeed	LanesCrossed	PedDelay	
1								
2								
3								
4								
5								
RTOR	Vehículos que giran a la derecha en un periodo de 15 min.							
PermaLefts	Vehículos que giran a la izquierda en un periodo de 15 min							
PerpTrafVol	Número de vehículos que siguen de frente en la vía que el							
PerpTrafSpeed	Velocidad permitida en la vía que el peatón cruza.							
LanesCrossed	Número de carriles que el peatón cruza							
RTCI	Número de carriles exclusivos de giro a la derecha que							
PedDelay	Demora peatonal promedio, calculada según el HCM							

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE DATOS						
INFORMACIÓN GENERAL						
Tesis:	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima					
Encargado:		Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos		Año de análisis:			
Tiempo de análisis:		Fecha:				
DATOS - TIEMPOS DE LLEGADA						
Acceso (punto de referencia):				Tiempo (s) - Desde punto (1) a (2)		
				Nro.	Vehículos Ligeros	Vehículos Pesados
Hora inicio:				1		
Hora fin:				2		
Ubicación	Puntos referenciales	Dist. entre puntos:	3			
Croquis				4		
Av. Principal		Dirección:	5			
Av. Secundaria		Dirección:	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		

Anexo B: Planos de Vialidad



INDICE DE PLANOS – PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO ENTRE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y VELASCO ASTETE			
CÓDIGO PLANO	NOMBRE ARCHIVO	VERSIÓN	FECHA
V-01	LISTADO DE PLANOS	VO	JUNIO/2023
V-02	SITUACIÓN ACTUAL – PLANTA	VO	JUNIO/2023
V-03	SITUACIÓN ACTUAL – PUNTOS DE INFLEXIÓN	VO	JUNIO/2023
V-04	SITUACIÓN ACTUAL – SECCIONES TRANSVERSALES (1)	VO	JUNIO/2023
V-05	SITUACIÓN ACTUAL – SECCIONES TRANSVERSALES (2)	VO	JUNIO/2023
V-06	SITUACIÓN ACTUAL – DETALLES GENERALES	VO	JUNIO/2023
V-07	SITUACIÓN PROPUESTA – PLANTA	VO	JUNIO/2023
V-08	SITUACIÓN PROPUESTA – SECCIONES TRANSVERSALES	VO	JUNIO/2023
V-09	SITUACIÓN PROPUESTA – DESVÍO PROMSIONAL	VO	JUNIO/2023
V-10	SITUACIÓN PROPUESTA – DETALLES GENERALES I	VO	JUNIO/2023
V-11	SITUACIÓN PROPUESTA – DETALLES GENERALES II	VO	JUNIO/2023

PROYECTO:

"PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"

UBICACIÓN:

DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:

VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:

ÍNDICE DE PLANOS

ELABORADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

ESCALA:

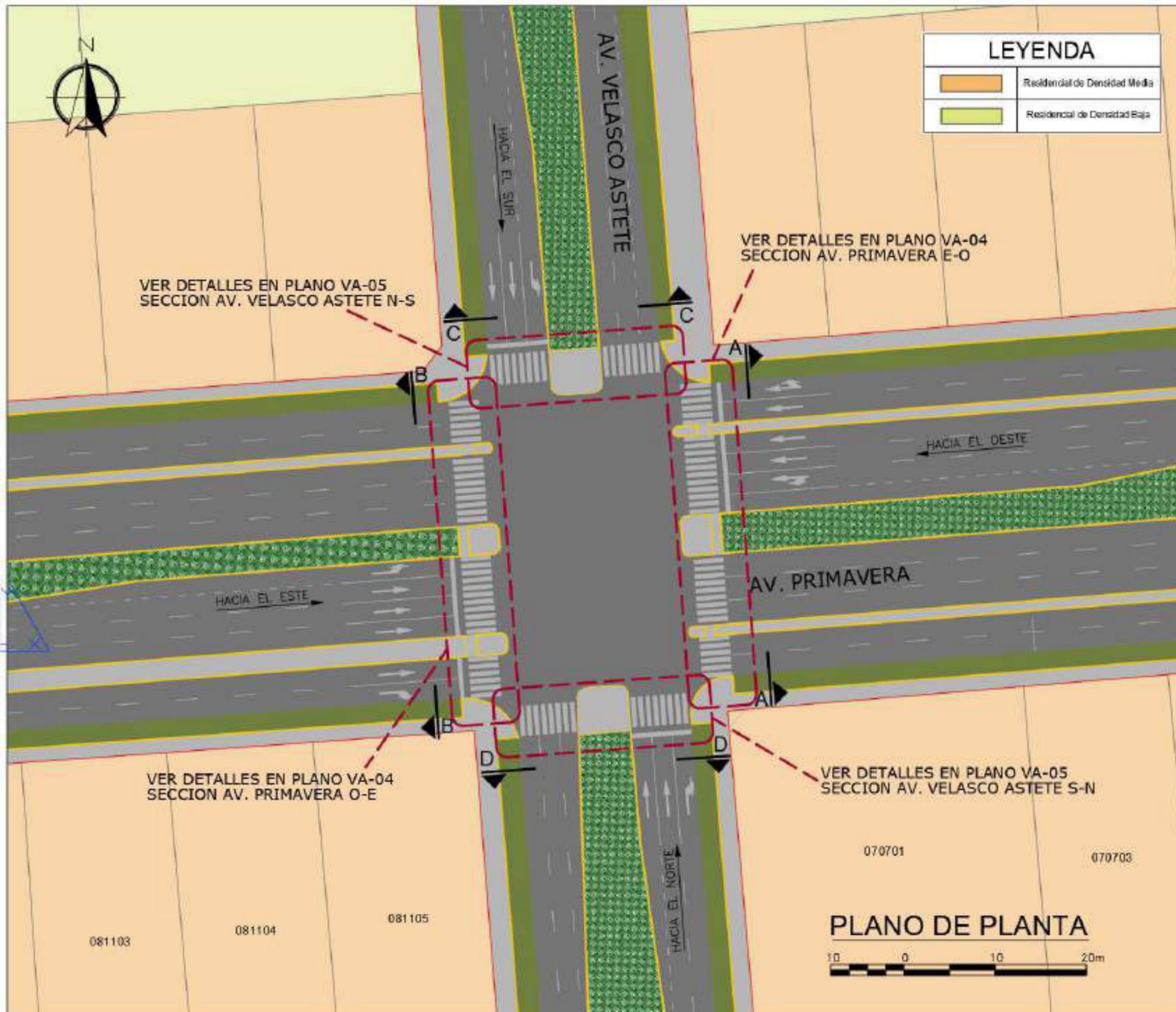
INDICADA

FECHA:

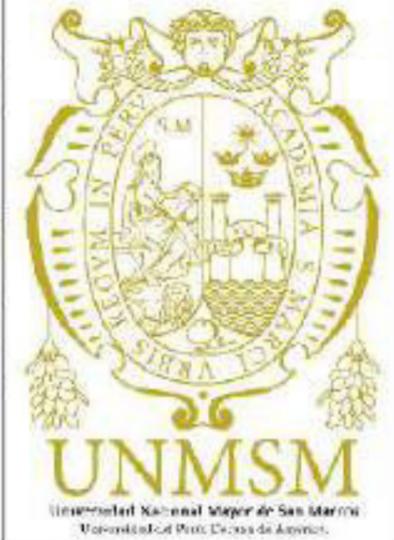
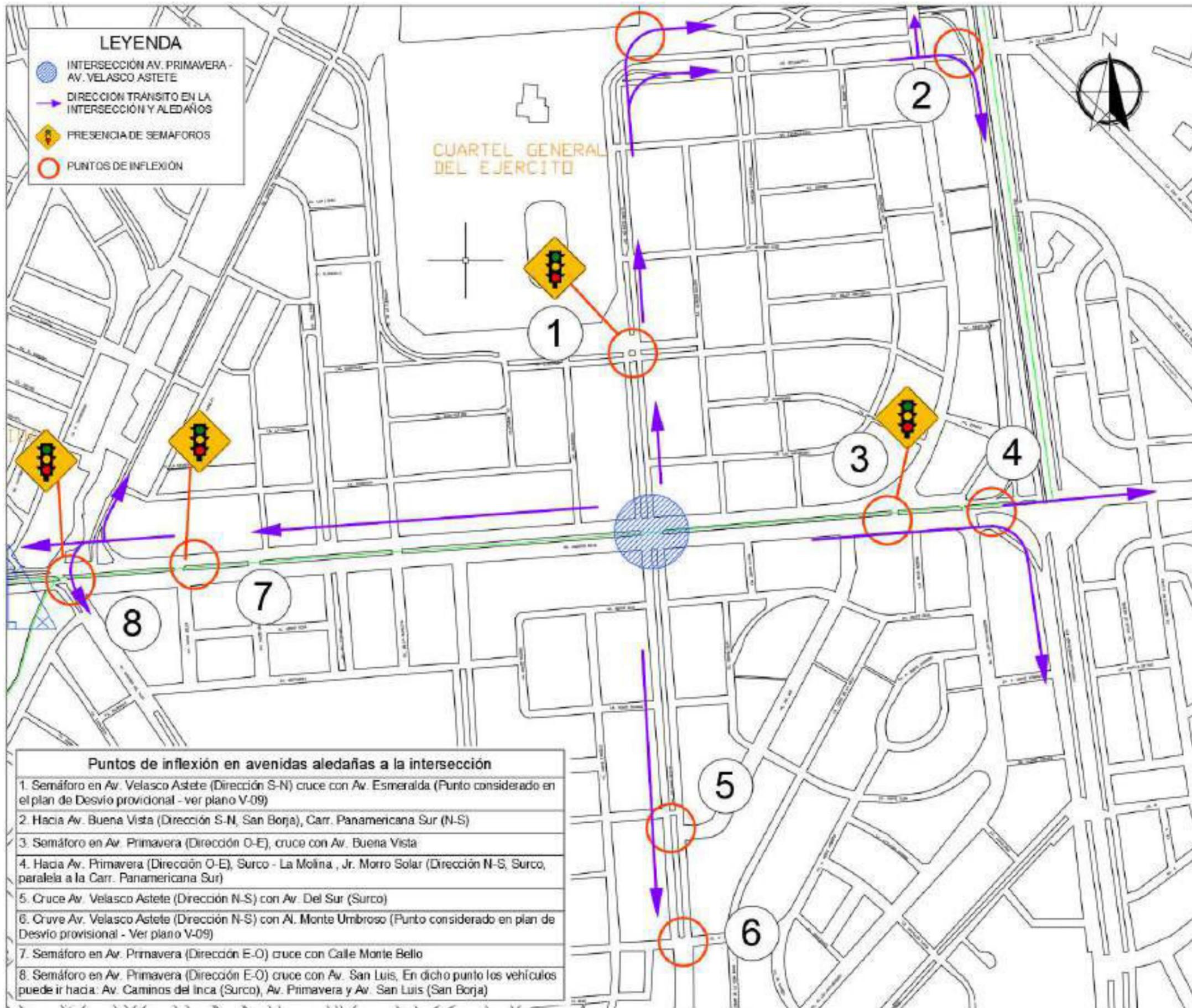
**JUNIO
2023**

LÁMINA:

V-01



 UNMSM Universidad Nacional Mayor de San Marcos Universidad de Arzobispo Obispo de Armas	
PROYECTO: "PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"	
UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO	
ESPECIALIDAD: VIALIDAD	
DESCRIPCIÓN: SITUACIÓN ACTUAL PLANO DE PLANTA	
ELABORADO POR: PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS	
REVISADO POR: PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS	
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023
LÁMINA: V-02	



PROYECTO:
 "PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"

UBICACIÓN:
 DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:
 VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:
 SITUACIÓN ACTUAL
 PUNTOS DE INFLEXIÓN

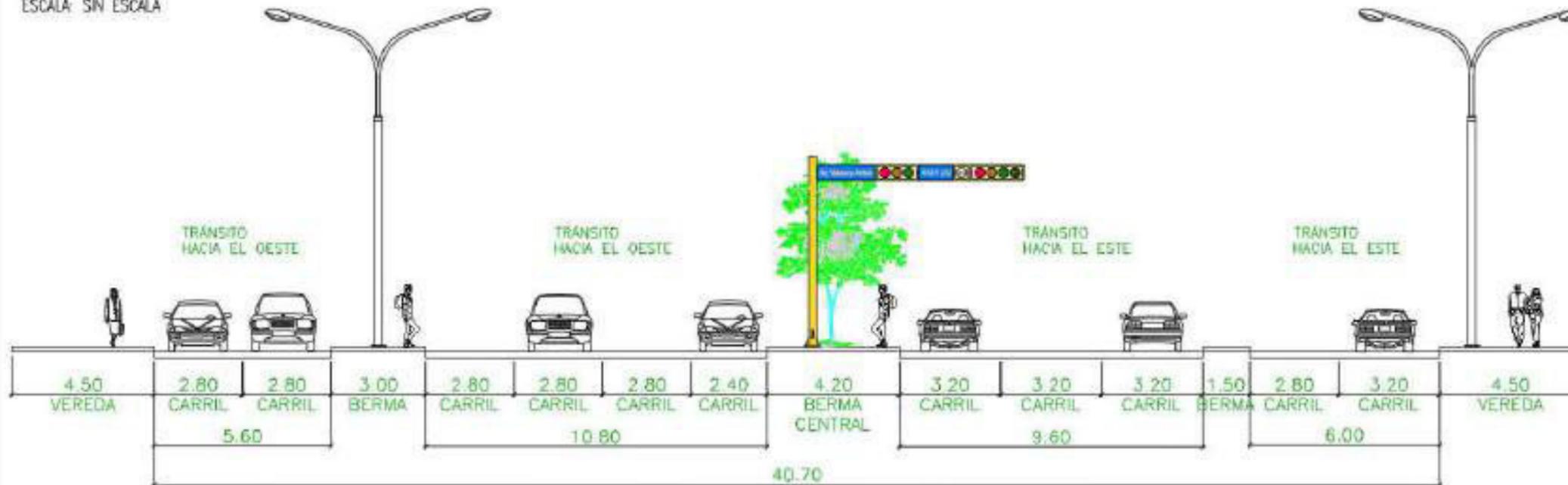
ELABORADO POR:
 PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
 BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:
 PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
 BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

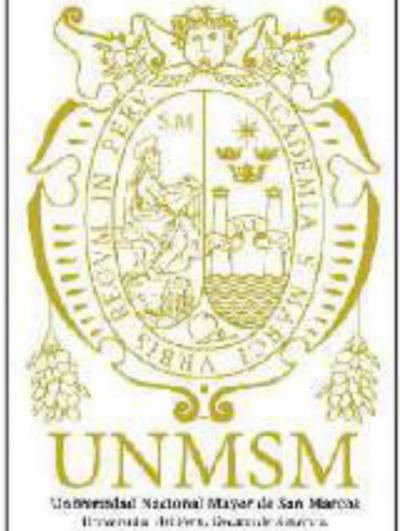
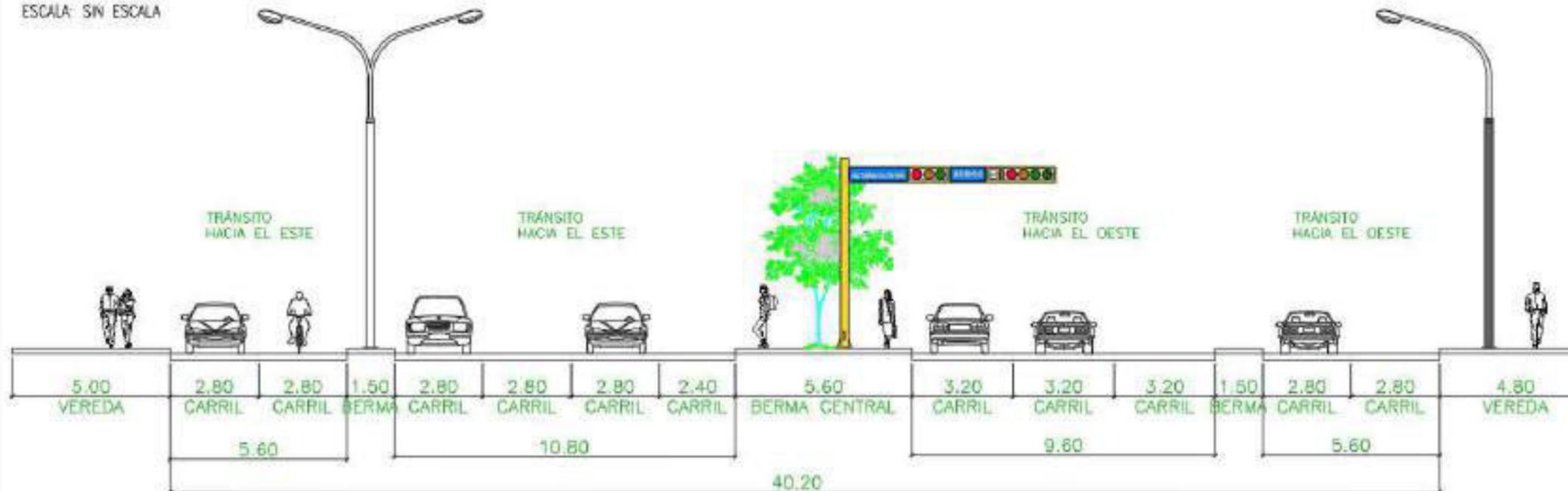
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023
----------------------------	-----------------------------

LÁMINA:
 V-03

SECCIÓN TRANSVERSAL - AV. PRIMAVERA E-O
CORTE A-A
ESCALA: SIN ESCALA



SECCIÓN TRANSVERSAL - AV. PRIMAVERA O-E
CORTE B-B
ESCALA: SIN ESCALA



PROYECTO:

"PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"

UBICACIÓN:

DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:

VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:

SITUACIÓN ACTUAL SECCIONES (1)

ELABORADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

ESCALA:

INDICADA

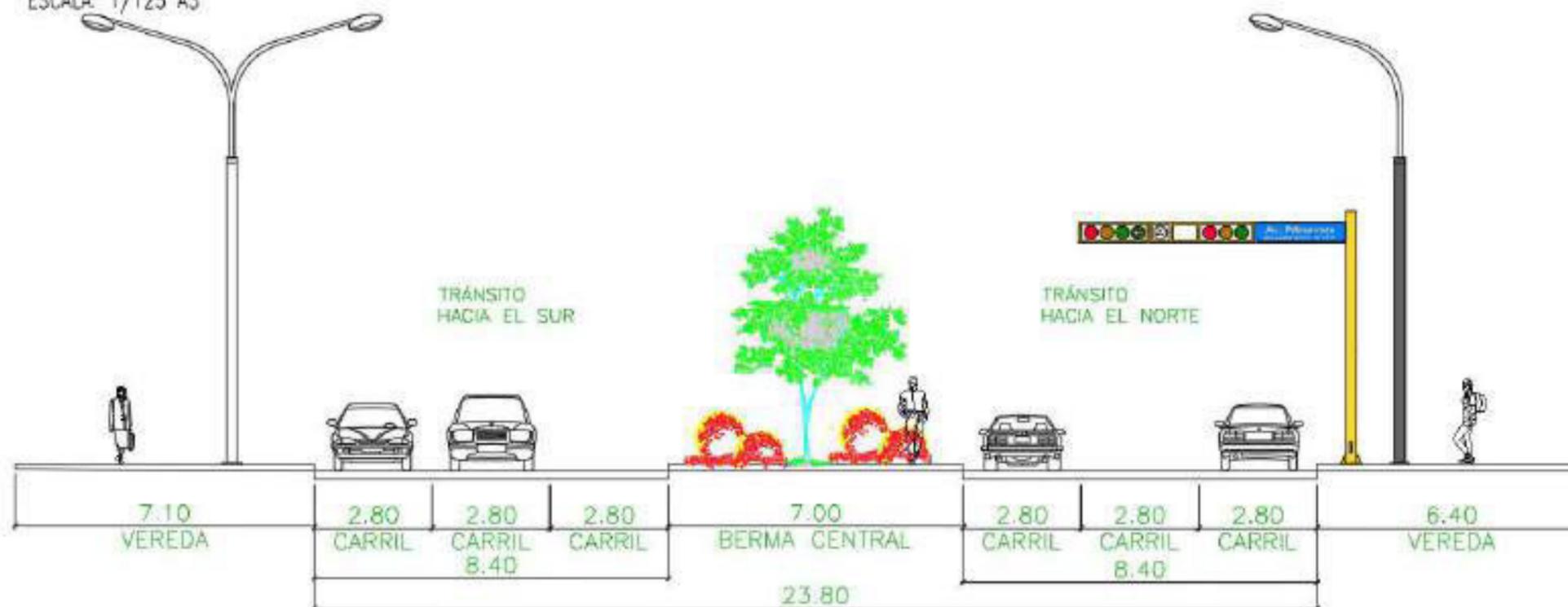
FECHA:

JUNIO 2023

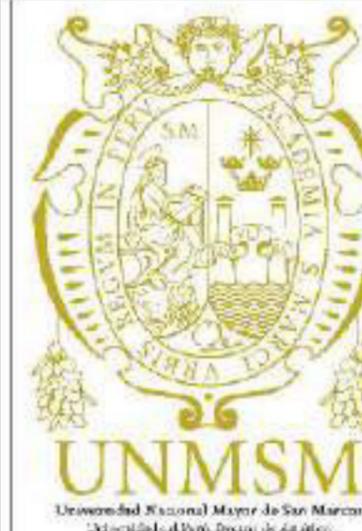
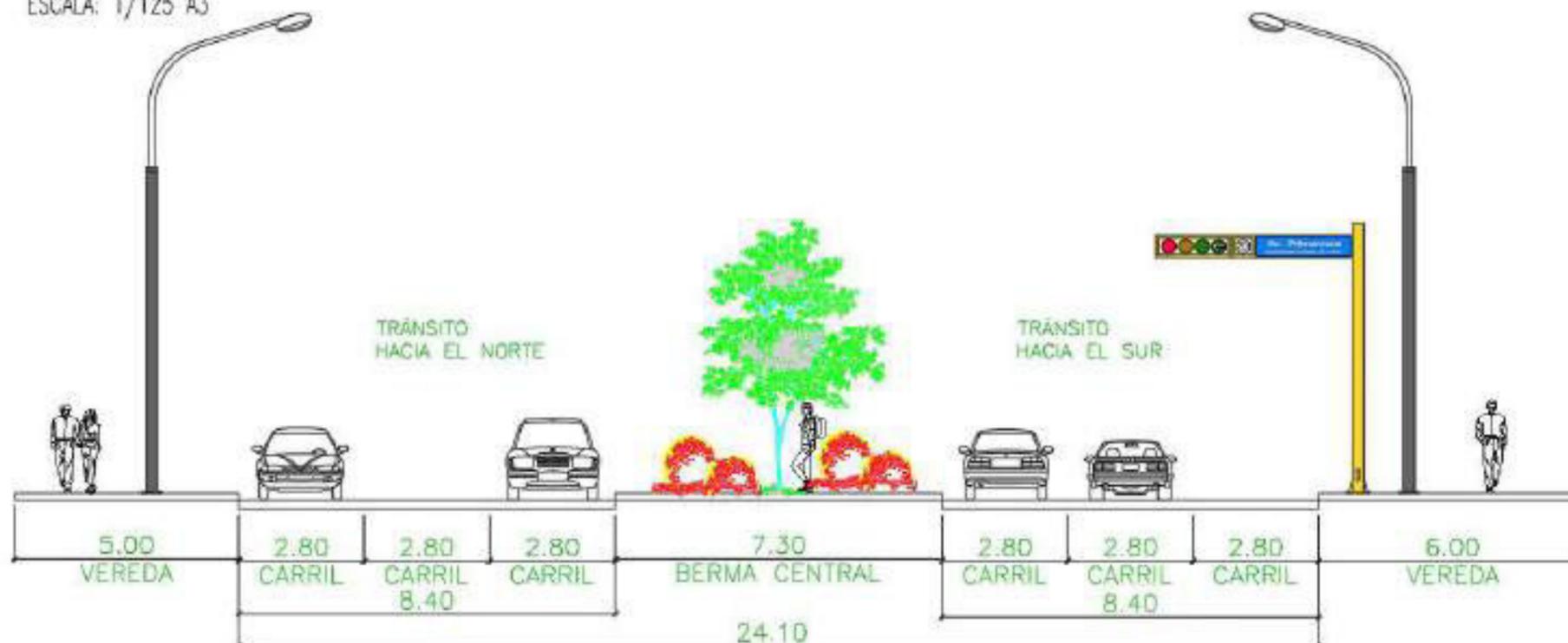
LÁMINA:

V-04

SECCIÓN TRANSVERSAL – AV. VELASCO ASTETE S-N
CORTE C-C
ESCALA: 1/125 A3



SECCIÓN TRANSVERSAL – AV. VELASCO ASTETE N-S
CORTE D-D
ESCALA: 1/125 A3



PROYECTO:

PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA

UBICACIÓN:

DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:

VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:

SITUACIÓN ACTUAL SECCIONES (2)

ELABORADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

ESCALA:

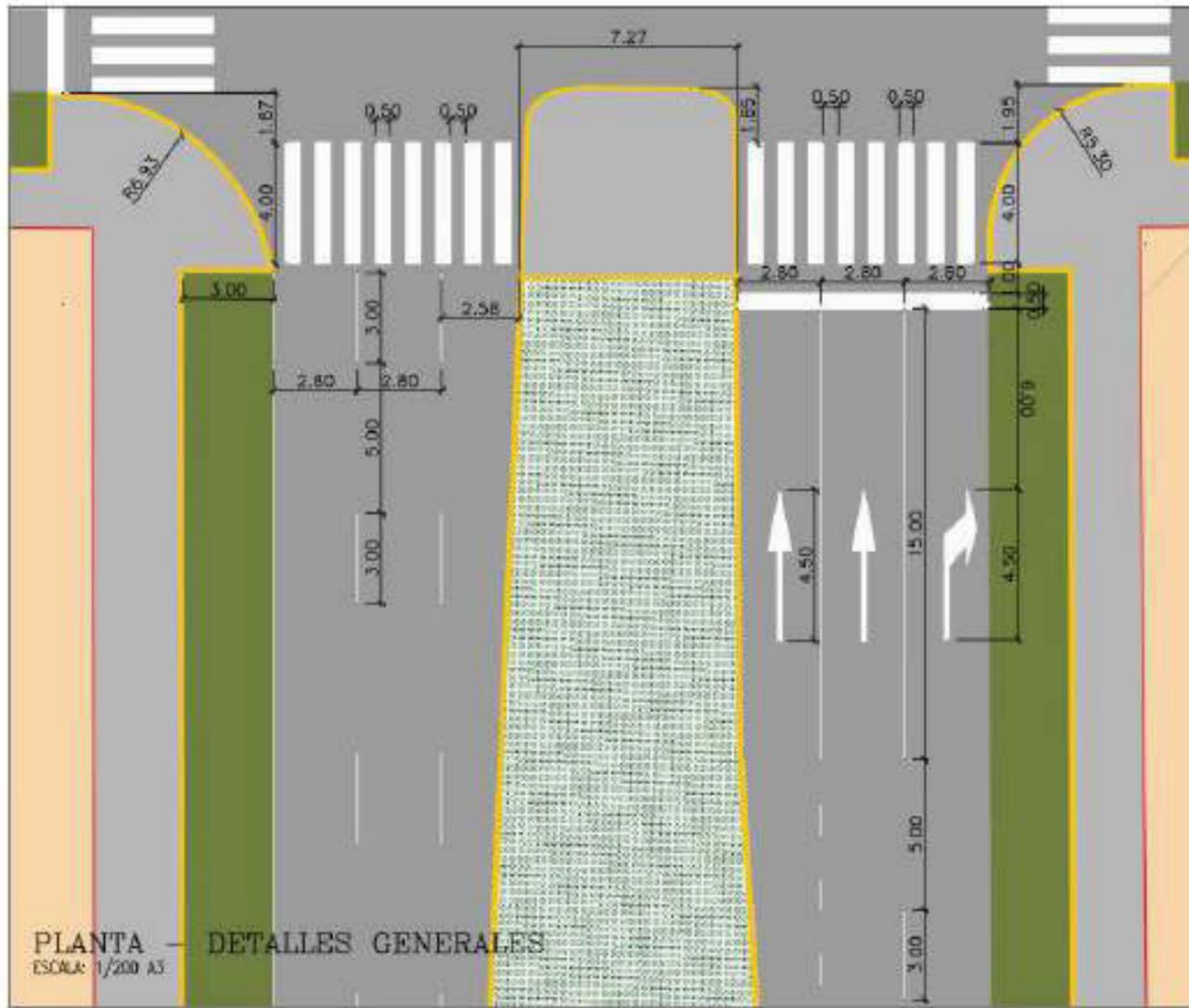
INDICADA

FECHA:

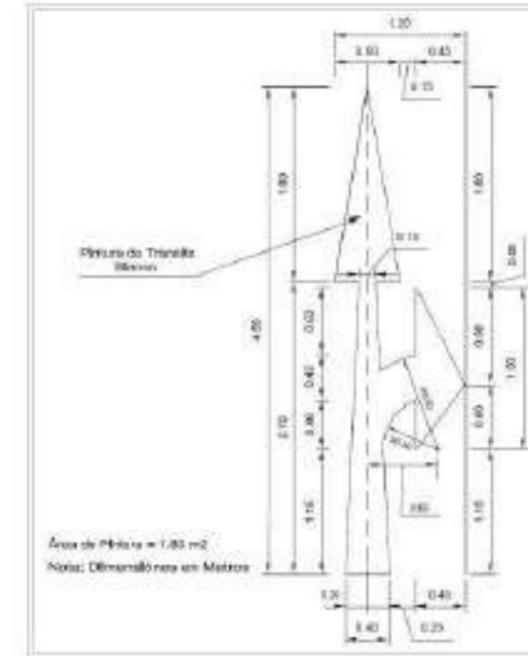
JUNIO 2023

LÁMINA:

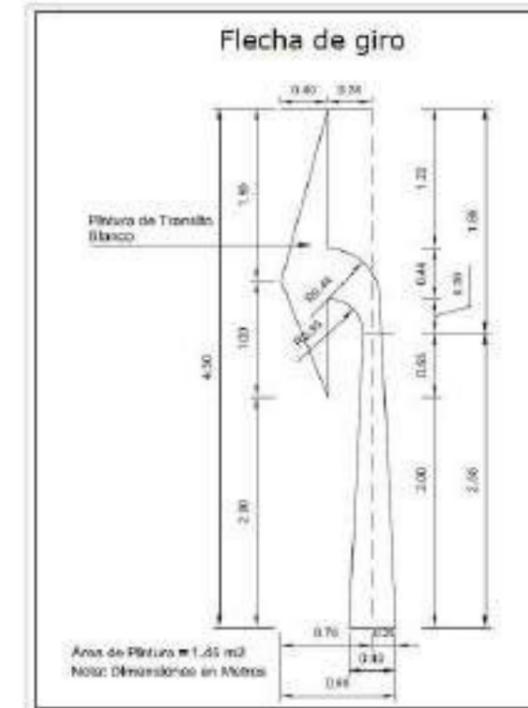
V-05



DETALLE - FLECHAS GIRO Y DIRECTO
ESCALA: SIN ESCALA - MEDIDAS EN m.

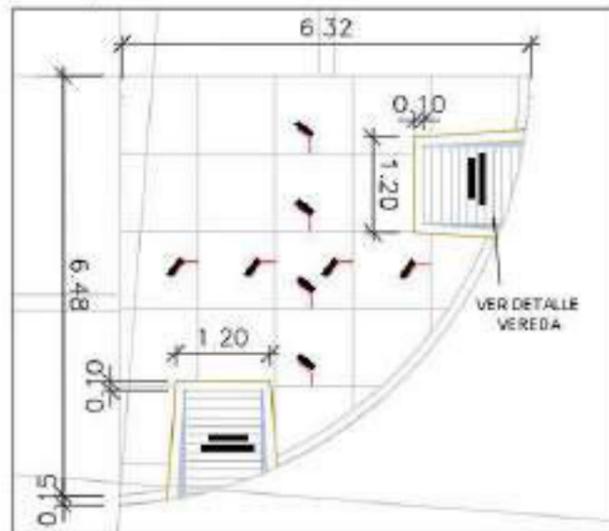


DETALLE - FLECHAS DE GIRO
ESCALA: SIN ESCALA - MEDIDAS EN m.

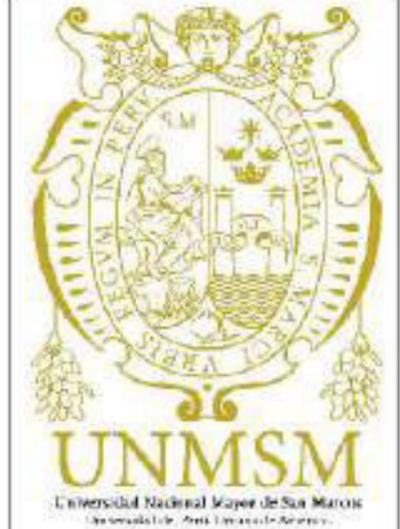
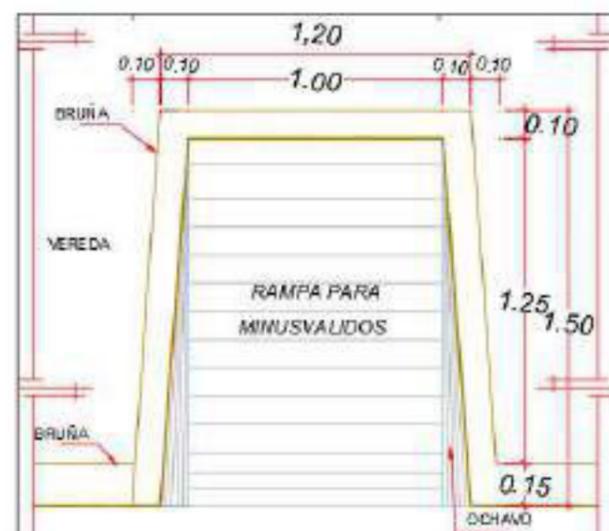


NOTA: EL ESPESOR DE LAS LINEAS DE CARRIL ES DE 0.20m.

PLANTA - ESQUINA GENERAL
ESCALA: 1/100 A3



DETALLE - VEREDAS
ESCALA: 1/25 A3



PROYECTO:

"PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"

UBICACIÓN:

DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:

VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:

**SITUACIÓN ACTUAL
DETALLES GENERALES**

ELABORADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

ESCALA:

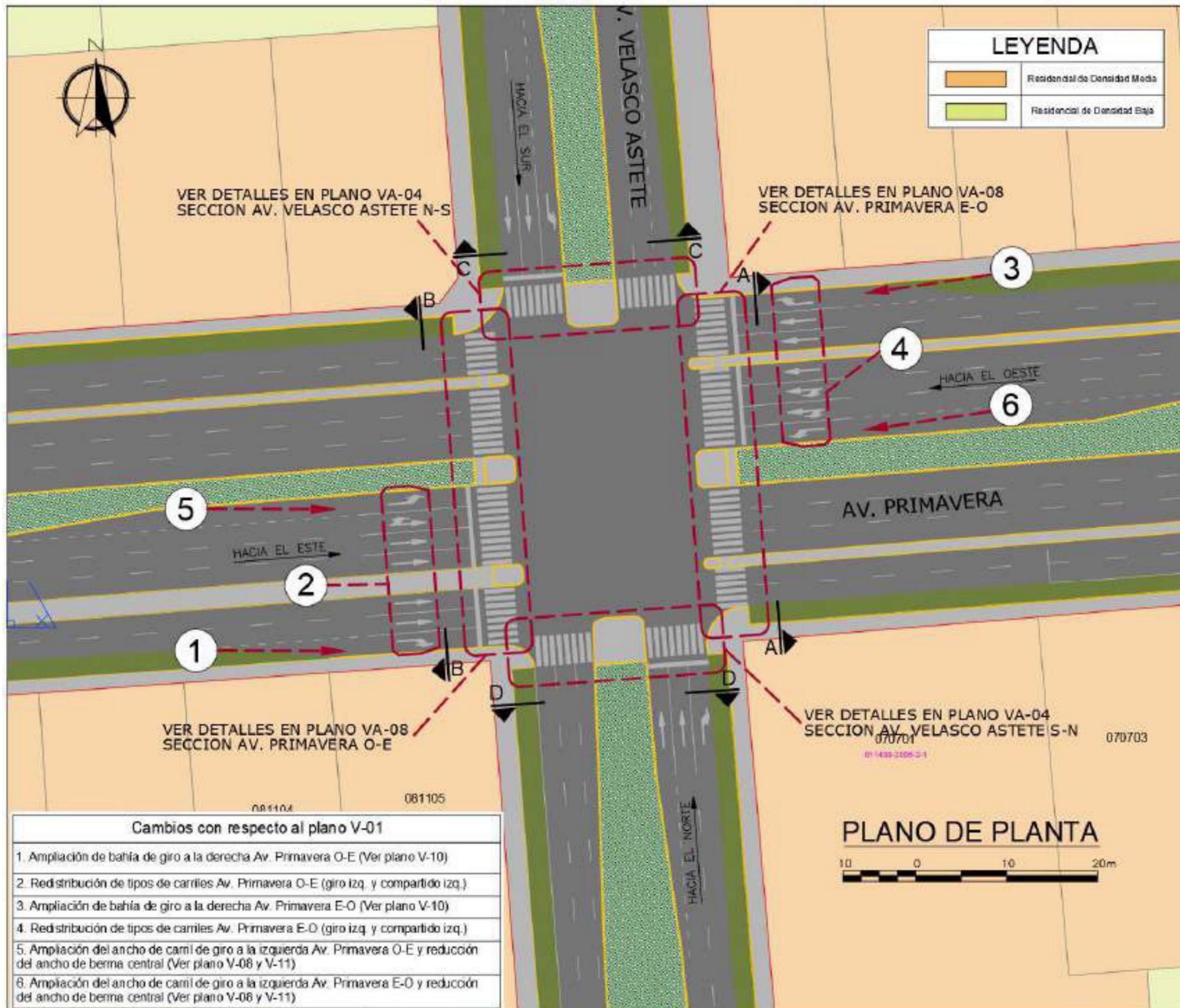
INDICADA

FECHA:

**JUNIO
2023**

LÁMINA:

V-06



PROYECTO:
"PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"

UBICACIÓN:
DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:
VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:
SITUACIÓN PROPUESTA PLANO DE PLANTA

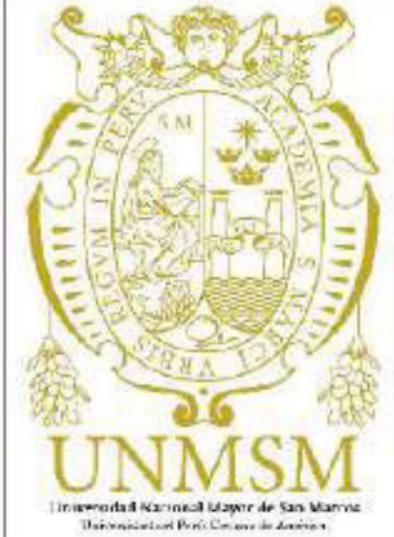
ELABORADO POR:
PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:
PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023
-----------------------------------	------------------------------------

LÁMINA:
V-07

Cambios con respecto al plano V-01	
1.	Ampliación de bahía de giro a la derecha Av. Primavera O-E (Ver plano V-10)
2.	Redistribución de tipos de carriles Av. Primavera O-E (giro izq. y compartido izq.)
3.	Ampliación de bahía de giro a la derecha Av. Primavera E-O (Ver plano V-10)
4.	Redistribución de tipos de carriles Av. Primavera E-O (giro izq. y compartido izq.)
5.	Ampliación del ancho de carril de giro a la izquierda Av. Primavera O-E y reducción del ancho de berma central (Ver plano V-08 y V-11)
6.	Ampliación del ancho de carril de giro a la izquierda Av. Primavera E-O y reducción del ancho de berma central (Ver plano V-08 y V-11)



PROYECTO:
 "PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"

UBICACIÓN:
DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:
VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:
SITUACIÓN PROPUESTA SECCIONES

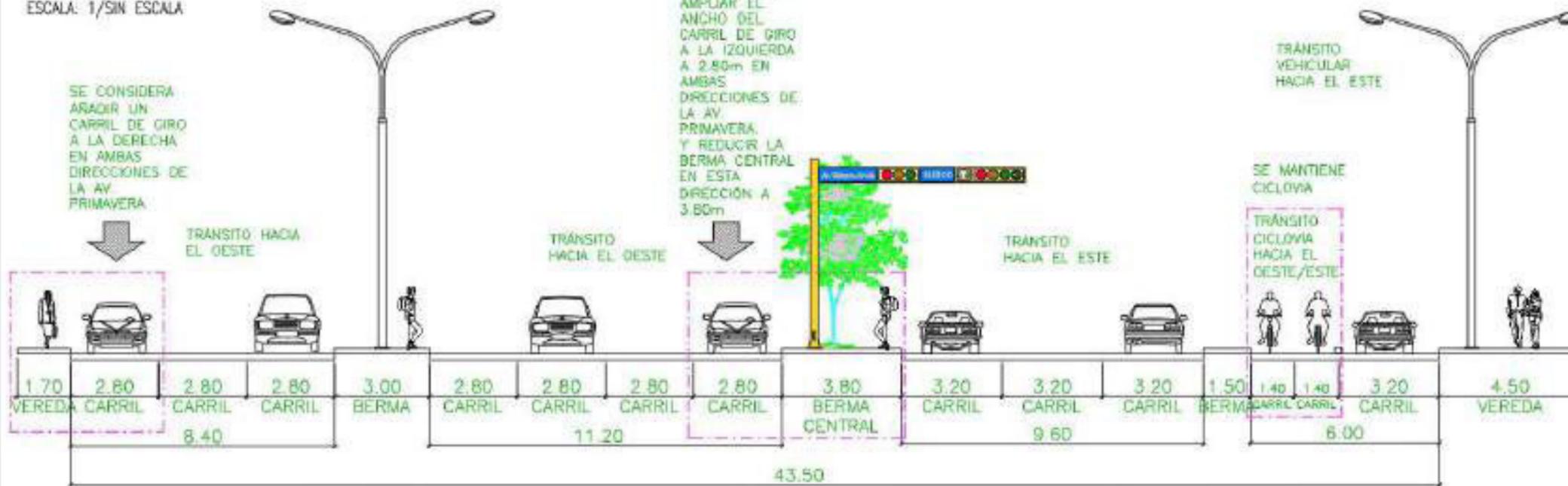
ELABORADO POR:
 PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
 BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:
 PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
 BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

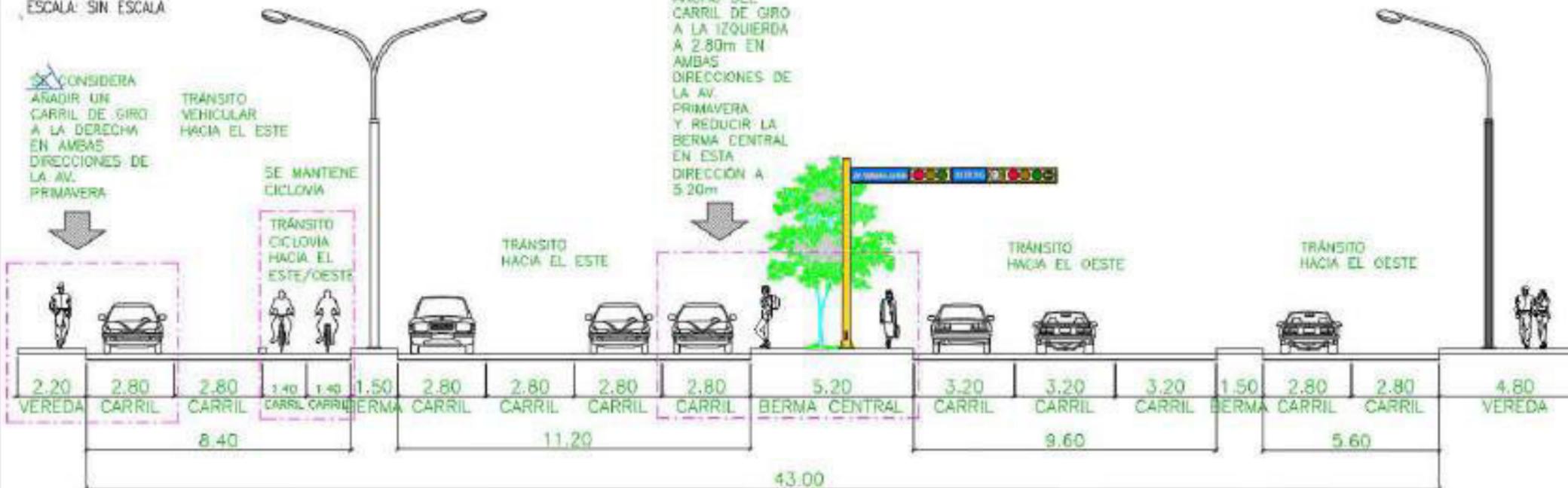
ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO 2023

LÁMINA:
V-08

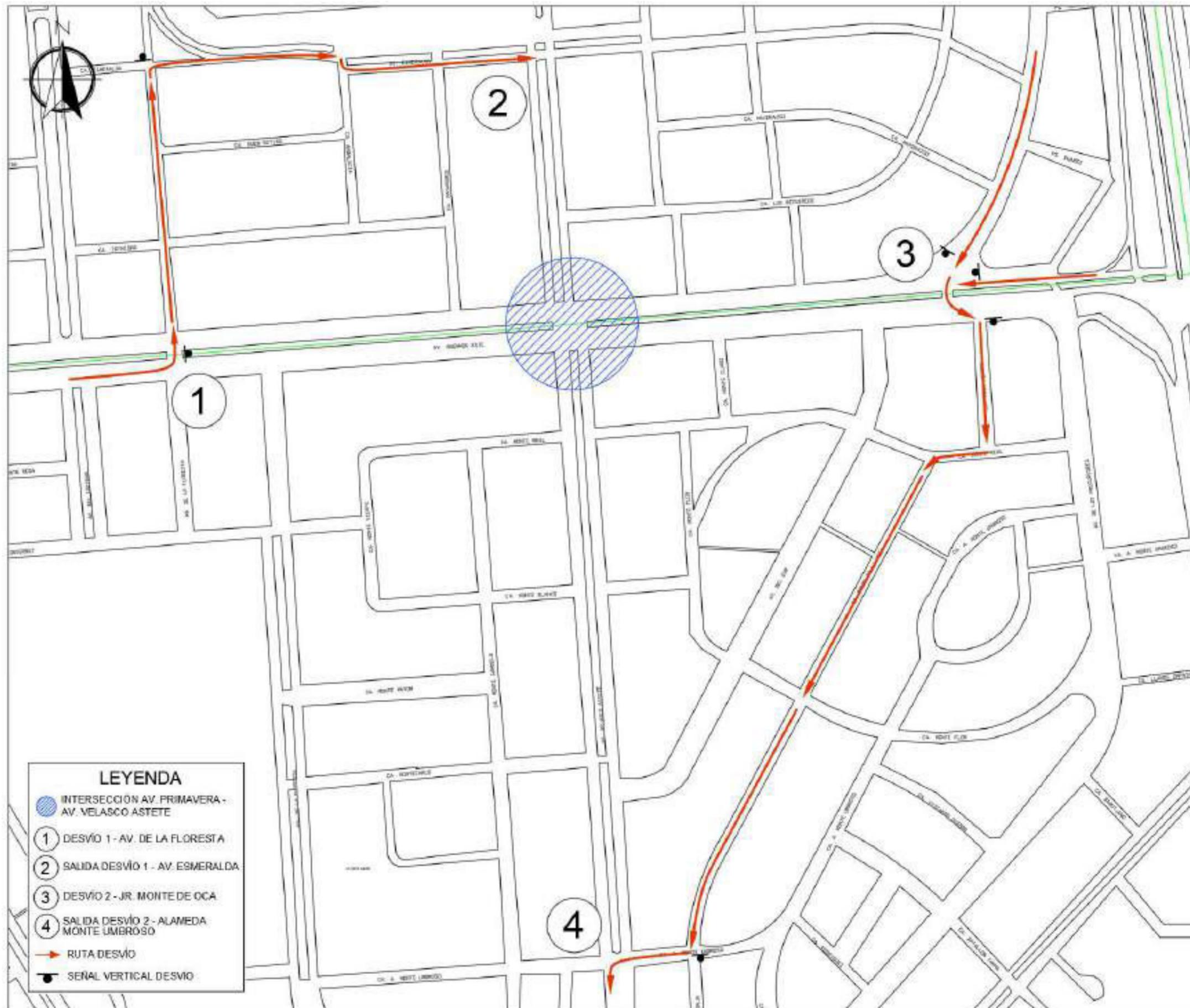
SECCIÓN TRANSVERSAL – AV. PRIMAVERA E-O
CORTE A-A
 ESCALA: 1/500 ESCALA



SECCIÓN TRANSVERSAL – AV. PRIMAVERA O-E
CORTE B-B
 ESCALA: SIN ESCALA



NOTA: SE ACTUALIZARON LAS DIRECCIONES DE LOS CARRILES DE GIRO A LA IZQUIERDA Y DIRECTOS EN AMBAS DIRECCIONES DE LA AV. PRIMAVERA. VER PLANO V-07.



PROYECTO:

"PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"

UBICACIÓN:

DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:

VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:

SITUACIÓN PROPUESTA DESVÍO PROVISIONAL

ELABORADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

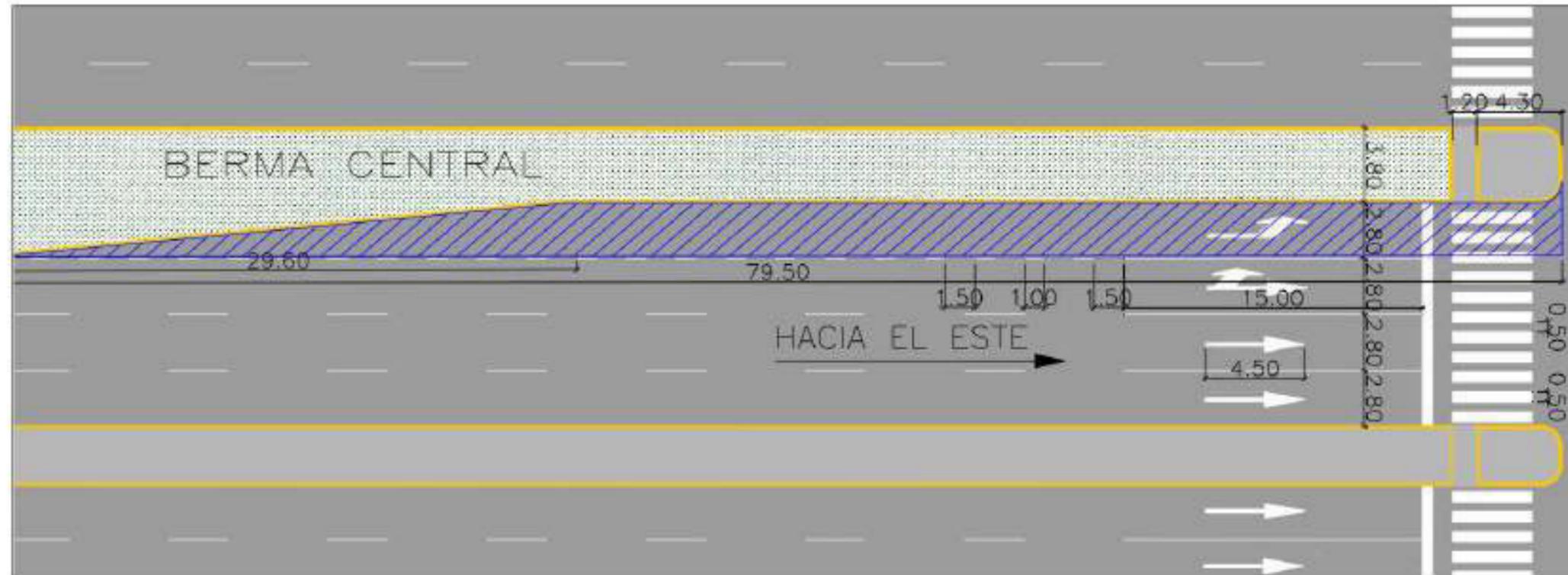
JUNIO 2023

LÁMINA:

V-09

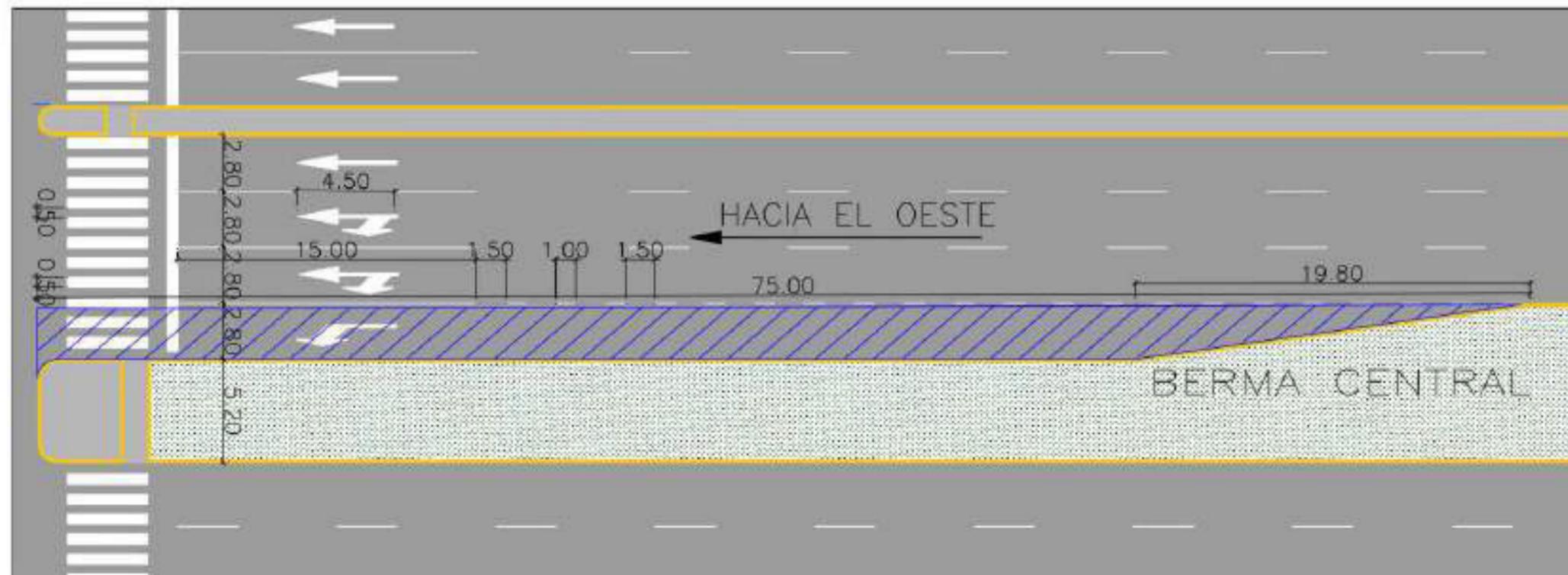
AMPLIACIÓN ANCHO DE CARRIL GIRO IZQ. - PLANTA - AV. PRIMAVERA O-E

ESCALA: 1/250 AS

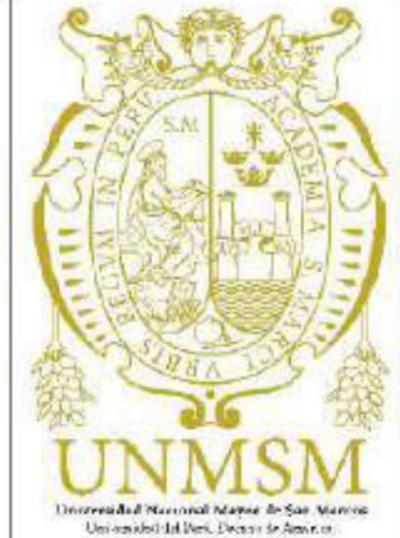


AMPLIACIÓN ANCHO DE CARRIL GIRO IZQ. - PLANTA - AV. PRIMAVERA E-O

ESCALA: 1/250 AS



ÁREA MODIFICADA



PROYECTO:

"PROPUESTA DE MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS PRIMAVERA Y ALEJANDRO VELASCO ASTETE, SANTIAGO DE SURCO 2022 - LIMA"

UBICACIÓN:

DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO

ESPECIALIDAD:

VIALIDAD

DESCRIPCIÓN:

SITUACIÓN PROPUESTA
DETALLES GENERALES II

ELABORADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

REVISADO POR:

PAUL MARTIN LAURENTE ROMERO
BRIGITTE BERENICE NIÑO PAZOS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

JUNIO
2023

LÁMINA:

V-11

Anexo C: Datos de aforos vehiculares

Datos de conteo del aforo vehicular por cada acceso

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR												
INFORMACIÓN GENERAL												
Tesis:		Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:		Paul Laurente - Brigitte Niño					Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:		Universidad Nacional Mayor de San Marcos					Año de análisis:		2022			
Tiempo de análisis:		16 horas					Fecha:		23 de Junio			
DATOS - AFORO VEHICULAR												
Acceso:		AV. PRIMAVERA					Dirección:		O - E			
Periodo de Análisis		Tipos de Vehículos										
		Vehículos Ligeros			Buses					Vehículos Pesados		
		L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R	
1	6:00 - 6:15 am	28	149	25	0	2	0	2	1	2	0	
	6:15 - 6:30 am	35	146	21	1	3	0	1	0	3	0	
	6:30 - 6:45 am	32	155	26	0	2	0	1	1	1	1	
	6:45 - 7:00 am	40	160	33	0	4	0	2	1	4	0	
	Sub Total	135	610	105	1	11	0	6	3	10	1	
2	7:00 - 7:15 am	38	172	29	0	6	0	4	5	2	0	
	7:15 - 7:30 am	45	190	35	0	5	0	2	2	6	0	
	7:30 - 7:45 am	39	186	33	0	4	0	3	1	1	0	
	7:45 - 8:00 am	52	216	40	0	6	1	3	3	3	0	
	Sub Total	174	764	137	0	21	1	12	11	12	0	
3	8:00 - 8:15 am	55	263	40	2	10	0	6	2	1	1	
	8:15 - 8:30 am	60	279	30	0	8	2	2	3	5	0	
	8:30 - 8:45 am	71	307	35	0	11	0	3	1	2	0	
	8:45 - 9:00 am	72	311	41	1	12	0	2	1	3	1	
	Sub Total	258	1160	146	3	41	2	13	7	11	2	
4	9:00 - 9:15 am	68	313	38	1	10	0	5	3	4	1	
	9:15 - 9:30 am	60	285	36	0	13	0	2	1	3	0	
	9:30 - 9:45 am	53	280	30	1	14	0	3	0	4	0	
	9:45 - 10:00 am	52	268	29	0	10	0	1	2	6	0	
	Sub Total	233	1146	133	2	47	0	11	6	17	1	
5	10:00 - 10:15 am	50	251	30	0	8	0	3	2	6	0	
	10:15 - 10:30 am	43	239	21	1	9	0	4	1	7	0	
	10:30 - 10:45 am	52	210	23	0	11	0	5	4	6	1	
	10:45 - 11:00 am	39	216	20	0	12	0	2	3	8	1	
	Sub Total	184	916	94	1	40	0	14	10	27	2	
6	11:00 - 11:15 am	42	210	29	0	9	0	4	2	5	1	
	11:15 - 11:30 am	49	206	28	0	8	1	5	0	2	0	
	11:30 - 11:45 am	40	220	35	0	10	0	5	1	3	0	
	11:45 - 12:00 pm	39	223	31	0	5	1	3	1	2	0	
	Sub Total	170	859	123	0	32	2	17	4	12	1	
7	12:00 - 12:15 pm	56	265	41	1	6	0	2	3	5	0	
	12:15 - 12:30 pm	50	250	42	0	10	0	3	2	6	0	
	12:30 - 12:45 pm	59	273	36	0	11	0	3	0	8	0	
	12:45 - 1:00 pm	61	266	34	1	9	0	4	0	5	0	
	Sub Total	226	1054	153	2	36	0	12	5	24	0	

8	1:00 - 1:15 pm	65	270	37	1	15	0	4	2	5	0
	1:15 - 1:30 pm	63	286	44	0	12	0	1	2	6	0
	1:30 - 1:45 pm	59	271	34	1	15	0	3	1	2	0
	1:45 - 2:00 pm	62	283	40	1	10	1	5	2	4	0
	Sub Total	249	1110	155	3	50	1	13	7	17	0
9	2:00 - 2:15 pm	69	290	36	1	15	0	5	5	10	1
	2:15 - 2:30 pm	62	296	40	0	16	0	3	2	8	0
	2:30 - 2:45 pm	68	315	38	0	13	2	2	3	6	0
	2:45 - 3:00 pm	70	340	31	0	18	0	6	0	2	1
	Sub Total	269	1241	145	1	62	2	16	10	26	2
10	3:00 - 3:15 pm	72	338	43	1	23	0	8	8	13	1
	3:15 - 3:30 pm	79	351	42	0	19	0	5	4	7	0
	3:30 - 3:45 pm	80	337	38	1	20	0	5	3	7	1
	3:45 - 4:00 pm	75	343	40	1	19	1	4	1	6	0
	Sub Total	306	1369	163	3	81	1	22	16	33	2
11	4:00 - 4:15 pm	70	330	40	1	19	0	7	9	12	0
	4:15 - 4:30 pm	62	348	39	0	20	1	4	4	8	0
	4:30 - 4:45 pm	68	339	44	0	22	0	5	1	5	1
	4:45 - 5:00 pm	71	341	38	1	18	0	3	6	4	0
	Sub Total	271	1358	161	2	79	1	19	20	29	1
12	5:00 - 5:15 pm	131	288	45	1	20	0	7	4	7	0
	5:15 - 5:30 pm	128	358	28	0	15	0	5	9	3	1
	5:30 - 5:45 pm	130	331	44	1	16	0	5	3	4	1
	5:45 - 6:00 pm	120	320	41	0	17	0	3	1	6	0
	Sub Total	509	1297	158	2	68	0	20	17	20	2
13	6:00 - 6:15 pm	161	330	45	2	12	0	3	4	13	0
	6:15 - 6:30 pm	129	346	25	1	27	1	5	6	9	0
	6:30 - 6:45 pm	133	392	41	1	14	0	2	4	6	0
	6:45 - 7:00 pm	120	362	39	0	16	1	2	1	7	1
	Sub Total	543	1430	150	4	69	2	12	15	35	1
14	7:00 - 7:15 pm	130	359	40	0	12	0	2	2	3	0
	7:15 - 7:30 pm	126	355	41	1	11	0	3	3	6	0
	7:30 - 7:45 pm	138	346	36	1	15	0	0	1	1	1
	7:45 - 8:00 pm	110	334	29	0	10	1	2	1	2	0
	Sub Total	504	1394	146	2	48	1	7	7	12	1
15	8:00 - 8:15 pm	126	331	40	2	10	0	3	1	2	0
	8:15 - 8:30 pm	111	319	35	1	8	0	2	0	3	0
	8:30 - 8:45 pm	90	282	23	1	8	0	1	0	1	0
	8:45 - 9:00 pm	72	249	16	0	3	0	2	1	2	0
	Sub Total	399	1181	114	4	29	0	8	2	8	0
16	9:00 - 9:15 pm	42	221	12	0	3	0	1	2	2	1
	9:15 - 9:30 pm	32	196	13	0	5	0	4	1	3	0
	9:30 - 9:45 pm	20	150	12	0	4	0	2	0	1	0
	9:45 - 10:00 pm	15	103	8	0	2	0	1	0	4	0
	Sub Total	109	670	45	0	14	0	8	3	10	1
S*	Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros										

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR											
INFORMACIÓN GENERAL											
Tesis:	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño						Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete			
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos						Año de análisis:	2022			
Tiempo de análisis:	16 horas						Fecha:	23 de junio			
DATOS - AFORO VEHICULAR											
Acceso:	AV. PRIMAVERA						Dirección:	E - O			
Periodo de Análisis	Tipos de Vehículos										
	Vehículos Ligeros			Buses					Vehículos Pesados		
	L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R	
1	6:00 - 6:15 am	25	120	6	0	3	0	2	0	3	1
	6:15 - 6:30 am	30	132	8	0	3	0	3	2	3	0
	6:30 - 6:45 am	29	139	11	1	2	0	2	0	4	0
	6:45 - 7:00 am	21	134	10	0	3	0	2	1	2	1
	Sub Total	105	525	35	1	11	0	9	3	12	2
2	7:00 - 7:15 am	26	140	6	1	7	0	5	2	3	0
	7:15 - 7:30 am	31	151	10	0	6	0	3	1	2	1
	7:30 - 7:45 am	48	173	10	0	6	0	4	3	4	0
	7:45 - 8:00 am	49	209	7	0	3	0	2	0	2	0
	Sub Total	154	673	33	1	22	0	14	6	11	1
3	8:00 - 8:15 am	51	269	10	0	5	0	3	1	5	0
	8:15 - 8:30 am	62	271	9	1	6	0	2	0	7	1
	8:30 - 8:45 am	69	310	11	0	7	1	4	1	9	0
	8:45 - 9:00 am	78	325	12	0	7	0	4	1	6	1
	Sub Total	260	1175	42	1	25	1	13	3	27	2
4	9:00 - 9:15 am	47	320	9	0	10	0	4	0	9	0
	9:15 - 9:30 am	70	295	8	0	9	0	2	0	5	0
	9:30 - 9:45 am	59	281	13	0	8	0	5	2	6	0
	9:45 - 10:00 am	61	265	11	0	11	0	6	0	4	1
	Sub Total	237	1161	41	0	38	0	17	2	24	1
5	10:00 - 10:15 am	60	250	11	2	8	0	5	0	3	0
	10:15 - 10:30 am	55	210	16	0	10	1	5	1	2	0
	10:30 - 10:45 am	49	198	12	0	7	0	3	0	6	0
	10:45 - 11:00 am	40	186	13	0	6	0	3	0	2	0
	Sub Total	204	844	52	2	31	1	16	1	13	0
6	11:00 - 11:15 am	39	180	10	0	8	0	3	3	2	0
	11:15 - 11:30 am	36	173	9	0	6	0	4	0	3	0
	11:30 - 11:45 am	40	169	13	0	5	0	2	0	6	1
	11:45 - 12:00 pm	31	160	11	0	7	0	3	0	5	0
	Sub Total	146	682	43	0	26	0	12	3	16	1
7	12:00 - 12:15 pm	48	171	11	0	7	0	4	0	2	0
	12:15 - 12:30 pm	74	189	12	0	7	0	5	2	5	0
	12:30 - 12:45 pm	60	253	10	1	8	0	6	0	6	0
	12:45 - 1:00 pm	58	300	15	0	10	1	5	0	7	1
	Sub Total	240	913	48	1	32	1	20	2	20	1

8	1:00 - 1:15 pm	50	295	18	1	11	0	5	1	2	0
	1:15 - 1:30 pm	69	297	15	0	12	0	3	1	4	1
	1:30 - 1:45 pm	61	310	17	0	10	2	4	1	5	0
	1:45 - 2:00 pm	58	316	19	1	14	0	6	1	8	1
	Sub Total	238	1218	69	2	47	2	18	4	19	2
9	2:00 - 2:15 pm	51	315	23	0	16	0	4	1	5	3
	2:15 - 2:30 pm	58	320	15	0	15	0	5	0	6	0
	2:30 - 2:45 pm	60	316	19	0	18	0	4	1	7	0
	2:45 - 3:00 pm	65	323	20	0	18	0	3	0	6	0
	Sub Total	234	1274	77	0	67	0	16	2	24	3
10	3:00 - 3:15 pm	48	342	22	0	16	0	4	1	10	0
	3:15 - 3:30 pm	74	346	19	0	19	0	5	2	7	3
	3:30 - 3:45 pm	60	340	20	1	18	0	4	1	8	0
	3:45 - 4:00 pm	58	351	17	0	20	0	3	1	5	1
	Sub Total	240	1379	78	1	73	0	16	5	30	4
11	4:00 - 4:15 pm	63	360	26	1	15	0	3	0	7	0
	4:15 - 4:30 pm	63	343	18	0	12	0	5	1	10	0
	4:30 - 4:45 pm	56	361	24	0	13	0	4	0	6	1
	4:45 - 5:00 pm	70	354	22	0	18	0	1	0	4	1
	Sub Total	252	1418	90	1	58	0	13	1	27	2
12	5:00 - 5:15 pm	71	369	17	1	12	0	4	1	8	0
	5:15 - 5:30 pm	84	358	24	1	23	0	6	0	8	2
	5:30 - 5:45 pm	81	362	10	1	21	1	5	1	4	0
	5:45 - 6:00 pm	77	363	19	0	17	0	4	1	6	1
	Sub Total	313	1452	70	3	73	1	19	3	26	3
13	6:00 - 6:15 pm	87	360	27	0	20	0	5	1	7	0
	6:15 - 6:30 pm	97	367	17	0	13	0	2	0	11	0
	6:30 - 6:45 pm	78	385	14	0	14	0	3	1	2	1
	6:45 - 7:00 pm	82	371	19	2	18	1	4	0	5	0
	Sub Total	344	1483	77	2	65	1	14	2	25	1
14	7:00 - 7:15 pm	80	368	17	0	18	1	5	2	6	0
	7:15 - 7:30 pm	69	360	16	1	13	0	6	0	4	0
	7:30 - 7:45 pm	75	343	11	0	15	0	4	1	3	1
	7:45 - 8:00 pm	61	333	13	0	10	1	3	0	4	0
	Sub Total	285	1404	57	1	56	2	18	3	17	1
15	8:00 - 8:15 pm	55	329	14	1	12	0	4	1	3	0
	8:15 - 8:30 pm	58	321	12	0	10	1	3	0	3	0
	8:30 - 8:45 pm	49	274	12	0	9	0	3	0	2	0
	8:45 - 9:00 pm	40	250	10	1	6	0	2	0	2	1
	Sub Total	202	1174	48	2	37	1	12	1	10	1
16	9:00 - 9:15 pm	29	200	10	0	7	0	4	0	4	0
	9:15 - 9:30 pm	26	189	9	0	6	0	2	0	2	0
	9:30 - 9:45 pm	19	156	11	0	5	0	3	0	0	0
	9:45 - 10:00 pm	15	99	6	0	5	0	4	0	1	0
	Sub Total	89	644	36	0	23	0	9	0	7	0
S*	Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros										

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR											
INFORMACIÓN GENERAL											
Tesis:	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima										
Encargado:	Paul Laurente - Brigitte Niño					Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete				
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos					Año de análisis:	2022				
Tiempo de análisis:	16 horas					Fecha:	23 de junio				
DATOS - AFORO VEHICULAR											
Acceso:	AV. VELASCO ASTETE					Dirección:			N - S		
Periodo de Análisis	Tipos de Vehículos										
	Vehículos Ligeros			Buses					Vehículos Pesados		
	L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R	
1	6:00 - 6:15 am	8	15	9	0	0	0	0	0	1	0
	6:15 - 6:30 am	10	18	9	0	1	0	0	0	0	1
	6:30 - 6:45 am	12	14	14	0	0	0	0	1	0	0
	6:45 - 7:00 am	13	23	10	0	0	0	0	0	0	0
	Sub Total	43	70	42	0	1	0	0	1	1	1
2	7:00 - 7:15 am	17	40	28	0	0	0	0	0	0	1
	7:15 - 7:30 am	27	61	23	1	2	0	0	0	2	2
	7:30 - 7:45 am	23	64	19	1	0	0	0	1	1	0
	7:45 - 8:00 am	21	59	16	0	0	0	0	1	2	1
	Sub Total	88	224	86	2	2	0	0	2	5	4
3	8:00 - 8:15 am	20	45	27	1	0	1	0	0	0	0
	8:15 - 8:30 am	18	39	19	0	0	0	0	0	1	2
	8:30 - 8:45 am	16	21	23	0	0	0	0	0	0	0
	8:45 - 9:00 am	15	27	18	0	2	0	0	0	1	1
	Sub Total	69	132	87	1	2	1	0	0	2	3
4	9:00 - 9:15 am	9	20	15	0	0	0	0	0	2	1
	9:15 - 9:30 am	15	26	13	0	1	0	0	0	0	1
	9:30 - 9:45 am	11	21	13	0	0	0	0	1	1	0
	9:45 - 10:00 am	10	22	10	0	0	0	0	0	0	1
	Sub Total	45	89	51	0	1	0	0	1	3	3
5	10:00 - 10:15 am	11	28	10	0	0	0	0	0	1	0
	10:15 - 10:30 am	11	29	13	0	2	1	0	0	2	0
	10:30 - 10:45 am	13	30	15	0	0	0	0	0	0	1
	10:45 - 11:00 am	16	34	16	0	0	0	0	0	0	0
	Sub Total	51	121	54	0	2	1	0	0	3	1
6	11:00 - 11:15 am	13	35	15	1	0	0	0	0	0	0
	11:15 - 11:30 am	11	40	12	0	0	0	0	0	1	3
	11:30 - 11:45 am	15	45	17	1	1	0	0	1	1	0
	11:45 - 12:00 pm	20	50	15	0	2	0	0	0	0	0
	Sub Total	59	170	59	2	3	0	0	1	2	3
7	12:00 - 12:15 pm	17	51	20	0	1	0	0	0	1	0
	12:15 - 12:30 pm	18	49	15	1	0	0	0	0	0	0
	12:30 - 12:45 pm	20	50	17	0	0	0	0	1	0	1
	12:45 - 1:00 pm	22	54	19	0	0	1	0	1	1	0
	Sub Total	77	204	71	1	1	1	0	2	2	1

8	1:00 - 1:15 pm	17	49	24	1	0	0	0	0	0	1
	1:15 - 1:30 pm	23	59	20	0	0	0	0	0	2	1
	1:30 - 1:45 pm	24	55	21	1	1	0	0	1	1	0
	1:45 - 2:00 pm	22	66	22	0	2	0	0	0	0	2
	Sub Total	86	229	88	2	3	0	0	1	3	4
9	2:00 - 2:15 pm	19	50	26	0	1	0	0	0	1	0
	2:15 - 2:30 pm	25	61	21	1	0	0	0	1	1	2
	2:30 - 2:45 pm	23	59	19	1	0	1	0	1	1	1
	2:45 - 3:00 pm	26	63	23	0	1	0	0	0	0	1
	Sub Total	93	233	89	2	2	1	0	2	3	4
10	3:00 - 3:15 pm	21	50	29	1	0	0	0	0	0	1
	3:15 - 3:30 pm	29	68	25	0	0	0	0	0	2	3
	3:30 - 3:45 pm	27	66	21	1	1	0	0	1	1	0
	3:45 - 4:00 pm	23	70	20	0	2	0	0	1	2	2
	Sub Total	100	254	95	2	3	0	0	2	5	6
11	4:00 - 4:15 pm	30	55	30	1	0	0	0	7	1	0
	4:15 - 4:30 pm	25	52	25	0	1	0	0	2	1	0
	4:30 - 4:45 pm	26	60	31	0	0	1	0	5	0	1
	4:45 - 5:00 pm	21	49	29	0	1	0	0	1	1	0
	Sub Total	102	216	115	1	2	1	0	15	3	1
12	5:00 - 5:15 pm	31	51	38	1	1	0	0	2	0	1
	5:15 - 5:30 pm	31	58	48	0	1	0	0	0	0	1
	5:30 - 5:45 pm	22	46	36	0	2	0	0	1	1	0
	5:45 - 6:00 pm	26	50	30	0	1	0	0	1	1	1
	Sub Total	110	205	152	1	5	0	0	4	2	3
13	6:00 - 6:15 pm	24	67	43	2	1	0	0	0	0	1
	6:15 - 6:30 pm	26	80	35	0	0	0	0	1	0	1
	6:30 - 6:45 pm	29	66	42	0	0	0	0	0	1	0
	6:45 - 7:00 pm	30	71	39	1	0	1	0	2	1	0
	Sub Total	109	284	159	3	1	1	0	3	2	2
14	7:00 - 7:15 pm	28	68	37	0	0	0	0	2	0	0
	7:15 - 7:30 pm	20	60	35	1	0	1	0	0	1	1
	7:30 - 7:45 pm	23	59	40	0	1	0	0	0	1	0
	7:45 - 8:00 pm	19	63	29	0	0	0	0	0	0	0
	Sub Total	90	250	141	1	1	1	0	2	2	1
15	8:00 - 8:15 pm	17	50	22	0	1	0	0	0	0	1
	8:15 - 8:30 pm	15	47	17	0	1	0	0	1	0	1
	8:30 - 8:45 pm	10	39	15	0	0	0	0	0	1	0
	8:45 - 9:00 pm	13	35	9	1	0	0	0	2	1	0
	Sub Total	55	171	63	1	2	0	0	3	2	2
16	9:00 - 9:15 pm	10	20	11	0	0	1	0	1	0	0
	9:15 - 9:30 pm	8	19	10	0	0	0	0	0	1	0
	9:30 - 9:45 pm	9	15	8	0	0	0	0	0	0	0
	9:45 - 10:00 pm	6	9	5	0	0	0	0	0	0	0
	Sub Total	33	63	34	0	0	1	0	1	1	0
S* Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros											

HOJA DE TRABAJO: CONTROL DE AFORO VEHICULAR											
INFORMACIÓN GENERAL											
Tesis:		Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima									
Encargado:		Paul Laurente - Brigitte Niño					Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete		
Institución:		Universidad Nacional Mayor de San Marcos					Año de análisis:		2022		
Tiempo de análisis:		16 horas					Fecha:		23 de junio		
DATOS - AFORO VEHICULAR											
Acceso:		AV. VELASCO ASTETE					Dirección:		S - N		
Periodo de Análisis		Tipos de Vehículos									
		Vehículos Ligeros			Buses				Vehículos Pesados		
		L	T	R	L	T	R	S*	L	T	R
1	6:00 - 6:15 am	13	58	8	0	1	0	0	0	0	0
	6:15 - 6:30 am	10	70	7	0	1	0	0	0	1	0
	6:30 - 6:45 am	18	68	9	0	2	0	1	1	2	0
	6:45 - 7:00 am	20	79	8	0	3	0	0	0	1	1
	Sub Total	61	275	32	0	7	0	1	1	4	1
2	7:00 - 7:15 am	25	70	10	0	3	0	1	0	0	0
	7:15 - 7:30 am	27	81	9	1	2	0	0	0	1	0
	7:30 - 7:45 am	31	99	13	0	1	0	0	0	2	0
	7:45 - 8:00 am	38	106	10	0	3	0	0	0	3	1
	Sub Total	121	356	42	1	9	0	1	0	6	1
3	8:00 - 8:15 am	40	101	12	1	4	1	0	1	3	1
	8:15 - 8:30 am	39	115	10	0	3	0	0	0	2	0
	8:30 - 8:45 am	31	99	11	1	0	1	0	1	1	1
	8:45 - 9:00 am	20	105	14	0	1	0	0	0	1	0
	Sub Total	130	420	47	2	8	2	0	2	7	2
4	9:00 - 9:15 am	24	102	11	0	3	0	1	0	2	0
	9:15 - 9:30 am	18	100	9	1	1	0	0	0	0	0
	9:30 - 9:45 am	19	98	12	1	1	2	0	1	1	0
	9:45 - 10:00 am	20	102	10	0	0	0	0	0	1	0
	Sub Total	81	402	42	2	5	2	1	1	4	0
5	10:00 - 10:15 am	24	103	14	0	2	0	0	1	1	0
	10:15 - 10:30 am	21	98	10	0	0	1	0	0	2	0
	10:30 - 10:45 am	19	92	11	0	1	0	0	0	1	0
	10:45 - 11:00 am	18	96	8	0	1	0	0	0	0	1
	Sub Total	82	389	43	0	4	1	0	1	4	1
6	11:00 - 11:15 am	20	80	9	1	1	1	0	0	3	0
	11:15 - 11:30 am	19	83	10	0	1	0	0	0	0	0
	11:30 - 11:45 am	21	88	8	0	1	1	0	0	1	0
	11:45 - 12:00 pm	24	89	11	0	2	0	0	0	2	1
	Sub Total	84	340	38	1	5	2	0	0	6	1
7	12:00 - 12:15 pm	23	98	10	0	3	0	1	0	2	0
	12:15 - 12:30 pm	20	86	13	0	0	0	0	0	0	0
	12:30 - 12:45 pm	24	101	11	1	1	0	0	0	1	0
	12:45 - 1:00 pm	26	103	10	1	2	0	0	1	2	1
	Sub Total	93	388	44	2	6	0	1	1	5	1

8	1:00 - 1:15 pm	22	88	11	0	2	1	0	0	2	0
	1:15 - 1:30 pm	23	101	13	0	3	0	0	0	1	0
	1:30 - 1:45 pm	26	99	10	1	1	0	0	1	1	0
	1:45 - 2:00 pm	29	105	14	0	1	0	0	0	2	1
	Sub Total	100	393	48	1	7	1	0	1	6	1
9	2:00 - 2:15 pm	30	100	10	1	2	0	0	0	1	1
	2:15 - 2:30 pm	34	108	13	0	1	1	0	0	1	0
	2:30 - 2:45 pm	35	109	12	0	2	1	0	1	2	0
	2:45 - 3:00 pm	40	112	12	0	1	0	0	1	4	0
	Sub Total	139	429	47	1	6	2	0	2	8	1
10	3:00 - 3:15 pm	43	112	17	0	4	0	2	1	2	1
	3:15 - 3:30 pm	50	107	10	0	1	0	0	0	0	0
	3:30 - 3:45 pm	48	115	15	1	2	1	0	1	3	0
	3:45 - 4:00 pm	42	118	13	0	2	0	0	0	5	1
	Sub Total	183	450	55	1	9	1	2	2	10	2
11	4:00 - 4:15 pm	50	55	15	1	0	1	1	0	1	0
	4:15 - 4:30 pm	41	52	16	0	1	0	0	0	1	0
	4:30 - 4:45 pm	38	60	13	0	0	0	0	0	0	1
	4:45 - 5:00 pm	32	49	14	1	1	0	0	0	1	0
	Sub Total	161	216	58	2	2	1	1	0	3	1
12	5:00 - 5:15 pm	39	98	16	0	2	0	0	1	4	0
	5:15 - 5:30 pm	37	101	14	0	0	0	0	2	1	1
	5:30 - 5:45 pm	40	82	17	0	2	0	0	1	1	0
	5:45 - 6:00 pm	38	89	18	0	1	1	0	0	2	0
	Sub Total	154	370	65	0	5	1	0	4	8	1
13	6:00 - 6:15 pm	34	95	27	1	3	0	1	2	1	1
	6:15 - 6:30 pm	45	91	24	1	2	0	0	1	0	0
	6:30 - 6:45 pm	36	95	24	0	2	0	0	0	0	0
	6:45 - 7:00 pm	32	94	25	1	1	0	0	0	1	0
	Sub Total	147	375	100	3	8	0	1	3	2	1
14	7:00 - 7:15 pm	30	90	24	1	2	0	0	0	1	0
	7:15 - 7:30 pm	28	79	23	1	2	1	0	1	0	0
	7:30 - 7:45 pm	22	75	19	0	1	0	0	0	0	1
	7:45 - 8:00 pm	18	68	17	0	0	0	0	0	1	0
	Sub Total	98	312	83	2	5	1	0	1	2	1
15	8:00 - 8:15 pm	25	60	15	0	2	0	0	1	1	0
	8:15 - 8:30 pm	19	61	11	1	1	0	0	1	0	1
	8:30 - 8:45 pm	15	53	12	0	0	0	0	0	1	0
	8:45 - 9:00 pm	10	49	10	0	0	0	0	0	0	1
	Sub Total	69	223	48	1	3	0	0	2	2	2
16	9:00 - 9:15 pm	11	40	9	0	1	0	0	0	1	0
	9:15 - 9:30 pm	12	35	7	0	0	0	0	0	0	0
	9:30 - 9:45 pm	8	31	7	0	0	0	0	0	0	0
	9:45 - 10:00 pm	6	20	5	1	1	0	0	0	0	0
	Sub Total	37	126	28	1	2	0	0	0	1	0
S*	Veces que un bus se detiene en la intersección a recoger o dejar pasajeros										

Anexo D: Datos de aforos peatonales

Datos de conteo del aforo vehicular por cada acceso

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL							 UNMSM <small>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</small> <small>Universidad del Perú, Decano de América</small>	
INFORMACIÓN GENERAL								
Tesis:		Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima						
Encargado:		Paul Laurente - Birigitte Niño			Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:		Universidad Nacional Mayor de San Marcos			Año de análisis:		2022	
Tiempo de análisis:		16 horas			Fecha:		23 de junio	
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL								
Acceso:		AV PRIMAVERA			Dirección:		O - E	
Periodo de Análisis		DATOS NECESARIOS						
		RTOR	PermLefts	PerpTrafVol	RTCI	PerpTrafSpeed	LanesCrossed	PedDelay
1	6:00 - 6:15 am	25	29	153	1	60	11	22.5
	6:15 - 6:30 am	21	36	152	1	60	11	22.5
	6:30 - 6:45 am	27	33	158	1	60	11	22.5
	6:45 - 7:00 am	33	41	168	1	60	11	22.5
2	7:00 - 7:15 am	29	43	180	1	60	11	22.5
	7:15 - 7:30 am	35	47	201	1	60	11	22.5
	7:30 - 7:45 am	33	40	191	1	60	11	22.5
	7:45 - 8:00 am	41	55	225	1	60	11	22.5
3	8:00 - 8:15 am	41	59	274	1	60	11	22.5
	8:15 - 8:30 am	32	63	292	1	60	11	22.5
	8:30 - 8:45 am	35	72	320	1	60	11	22.5
	8:45 - 9:00 am	42	74	326	1	60	11	22.5
4	9:00 - 9:15 am	39	72	327	1	60	11	22.5
	9:15 - 9:30 am	36	61	301	1	60	11	22.5
	9:30 - 9:45 am	30	54	298	1	60	11	22.5
	9:45 - 10:00 am	29	54	284	1	60	11	22.5
5	10:00 - 10:15 am	30	52	265	1	60	11	22.5
	10:15 - 10:30 am	21	45	255	1	60	11	22.5
	10:30 - 10:45 am	24	56	227	1	60	11	22.5
	10:45 - 11:00 am	21	42	236	1	60	11	22.5
6	11:00 - 11:15 am	30	44	224	1	60	11	22.5
	11:15 - 11:30 am	29	49	216	1	60	11	22.5
	11:30 - 11:45 am	35	41	233	1	60	11	22.5
	11:45 - 12:00 pm	32	40	230	1	60	11	22.5
7	12:00 - 12:15 pm	41	60	276	1	60	11	22.5
	12:15 - 12:30 pm	42	52	266	1	60	11	22.5
	12:30 - 12:45 pm	36	59	292	1	60	11	22.5
	12:45 - 1:00 pm	34	62	280	1	60	11	22.5

8	1:00 - 1:15 pm	37	68	290	1	60	11	22.5
	1:15 - 1:30 pm	44	65	304	1	60	11	22.5
	1:30 - 1:45 pm	34	61	286	1	60	11	22.5
	1:45 - 2:00 pm	41	65	297	1	60	11	22.5
9	2:00 - 2:15 pm	37	75	315	1	60	11	22.5
	2:15 - 2:30 pm	40	64	320	1	60	11	22.5
	2:30 - 2:45 pm	40	71	334	1	60	11	22.5
	2:45 - 3:00 pm	32	70	360	1	60	11	22.5
10	3:00 - 3:15 pm	44	81	374	1	60	11	22.5
	3:15 - 3:30 pm	42	83	377	1	60	11	22.5
	3:30 - 3:45 pm	39	84	364	1	60	11	22.5
	3:45 - 4:00 pm	41	77	368	1	60	11	22.5
11	4:00 - 4:15 pm	40	80	361	1	60	11	22.5
	4:15 - 4:30 pm	40	66	376	1	60	11	22.5
	4:30 - 4:45 pm	45	69	366	1	60	11	22.5
	4:45 - 5:00 pm	38	78	363	1	60	11	22.5
12	5:00 - 5:15 pm	45	136	315	1	60	11	22.5
	5:15 - 5:30 pm	29	137	376	1	60	11	22.5
	5:30 - 5:45 pm	45	134	351	1	60	11	22.5
	5:45 - 6:00 pm	41	121	343	1	60	11	22.5
13	6:00 - 6:15 pm	45	167	355	1	60	11	22.5
	6:15 - 6:30 pm	26	136	382	1	60	11	22.5
	6:30 - 6:45 pm	41	138	412	1	60	11	22.5
	6:45 - 7:00 pm	41	121	385	1	60	11	22.5
14	7:00 - 7:15 pm	40	132	374	1	60	11	22.5
	7:15 - 7:30 pm	41	130	372	1	60	11	22.5
	7:30 - 7:45 pm	37	140	362	1	60	11	22.5
	7:45 - 8:00 pm	30	111	346	1	60	11	22.5
15	8:00 - 8:15 pm	40	129	343	1	60	11	22.5
	8:15 - 8:30 pm	35	112	330	1	60	11	22.5
	8:30 - 8:45 pm	23	91	291	1	60	11	22.5
	8:45 - 9:00 pm	16	73	254	1	60	11	22.5
16	9:00 - 9:15 pm	13	44	226	1	60	11	22.5
	9:15 - 9:30 pm	13	33	204	1	60	11	22.5
	9:30 - 9:45 pm	12	20	155	1	60	11	22.5
	9:45 - 10:00 pm	8	15	109	1	60	11	22.5

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL							 UNMSM <small>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</small> <small>Universidad del Perú, Decana de América</small>	
INFORMACIÓN GENERAL								
Tesis:	Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima							
Encargado:	Paul Laurente - Birigitte Niño				Intersección:	Av. Primavera - Velasco Astete		
Institución:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos				Año de análisis:	2022		
Tiempo de análisis:	16 horas				Fecha:	23 de junio		
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL								
Acceso:	AV PRIMAVERA				Dirección:	E-O		
Periodo de Análisis	DATOS NECESARIOS							
	RTOR	PermLefts	PerpTrafVol	RTCI	PerpTrafSpeed	LanesCrossed	PedDelay	
1	6:00 - 6:15 am	7	25	126	1	60	11	22.5
	6:15 - 6:30 am	8	32	138	1	60	11	22.5
	6:30 - 6:45 am	11	30	145	1	60	11	22.5
	6:45 - 7:00 am	11	22	139	1	60	11	22.5
2	7:00 - 7:15 am	6	29	150	1	60	11	22.5
	7:15 - 7:30 am	11	32	159	1	60	11	22.5
	7:30 - 7:45 am	10	51	183	1	60	11	22.5
	7:45 - 8:00 am	7	49	214	1	60	11	22.5
3	8:00 - 8:15 am	10	52	279	1	60	11	22.5
	8:15 - 8:30 am	10	63	284	1	60	11	22.5
	8:30 - 8:45 am	12	70	326	1	60	11	22.5
	8:45 - 9:00 am	13	79	338	1	60	11	22.5
4	9:00 - 9:15 am	9	47	339	1	60	11	22.5
	9:15 - 9:30 am	8	70	309	1	60	11	22.5
	9:30 - 9:45 am	13	61	295	1	60	11	22.5
	9:45 - 10:00 am	12	61	280	1	60	11	22.5
5	10:00 - 10:15 am	11	62	261	1	60	11	22.5
	10:15 - 10:30 am	17	56	222	1	60	11	22.5
	10:30 - 10:45 am	12	49	211	1	60	11	22.5
	10:45 - 11:00 am	13	40	194	1	60	11	22.5
6	11:00 - 11:15 am	10	42	190	1	60	11	22.5
	11:15 - 11:30 am	9	36	182	1	60	11	22.5
	11:30 - 11:45 am	14	40	180	1	60	11	22.5
	11:45 - 12:00 pm	11	31	172	1	60	11	22.5
7	12:00 - 12:15 pm	11	48	180	1	60	11	22.5
	12:15 - 12:30 pm	12	76	201	1	60	11	22.5
	12:30 - 12:45 pm	10	61	267	1	60	11	22.5
	12:45 - 1:00 pm	17	58	317	1	60	11	22.5

8	1:00 - 1:15 pm	18	52	308	1	60	11	22.5
	1:15 - 1:30 pm	16	70	313	1	60	11	22.5
	1:30 - 1:45 pm	19	62	325	1	60	11	22.5
	1:45 - 2:00 pm	20	60	338	1	60	11	22.5
9	2:00 - 2:15 pm	26	52	336	1	60	11	22.5
	2:15 - 2:30 pm	15	58	341	1	60	11	22.5
	2:30 - 2:45 pm	19	61	341	1	60	11	22.5
	2:45 - 3:00 pm	20	65	347	1	60	11	22.5
10	3:00 - 3:15 pm	22	49	368	1	60	11	22.5
	3:15 - 3:30 pm	22	76	372	1	60	11	22.5
	3:30 - 3:45 pm	20	62	366	1	60	11	22.5
	3:45 - 4:00 pm	18	59	376	1	60	11	22.5
11	4:00 - 4:15 pm	26	64	382	1	60	11	22.5
	4:15 - 4:30 pm	18	64	365	1	60	11	22.5
	4:30 - 4:45 pm	25	56	380	1	60	11	22.5
	4:45 - 5:00 pm	23	70	376	1	60	11	22.5
12	5:00 - 5:15 pm	17	73	389	1	60	11	22.5
	5:15 - 5:30 pm	26	85	389	1	60	11	22.5
	5:30 - 5:45 pm	11	83	387	1	60	11	22.5
	5:45 - 6:00 pm	20	78	386	1	60	11	22.5
13	6:00 - 6:15 pm	27	88	387	1	60	11	22.5
	6:15 - 6:30 pm	17	97	391	1	60	11	22.5
	6:30 - 6:45 pm	15	79	401	1	60	11	22.5
	6:45 - 7:00 pm	20	84	394	1	60	11	22.5
14	7:00 - 7:15 pm	18	82	392	1	60	11	22.5
	7:15 - 7:30 pm	16	70	377	1	60	11	22.5
	7:30 - 7:45 pm	12	76	361	1	60	11	22.5
	7:45 - 8:00 pm	14	61	347	1	60	11	22.5
15	8:00 - 8:15 pm	14	57	344	1	60	11	22.5
	8:15 - 8:30 pm	13	58	334	1	60	11	22.5
	8:30 - 8:45 pm	12	49	285	1	60	11	22.5
	8:45 - 9:00 pm	11	41	258	1	60	11	22.5
16	9:00 - 9:15 pm	10	29	211	1	60	11	22.5
	9:15 - 9:30 pm	9	26	197	1	60	11	22.5
	9:30 - 9:45 pm	11	19	161	1	60	11	22.5
	9:45 - 10:00 pm	6	15	105	1	60	11	22.5

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL						 UNMSM <small>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</small> <small>Universidad del Perú, Decana de América</small>		
INFORMACIÓN GENERAL								
Tesis:		Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima						
Encargado:		Paul Laurente - Birigitte Niño			Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:		Universidad Nacional Mayor de San Marcos			Año de análisis:		2022	
Tiempo de análisis:		16 horas			Fecha:		23 de junio	
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL								
Acceso:		AV VELASCO ASTETE			Dirección:		N-S	
Periodo de Análisis		DATOS NECESARIOS						
		RTOR	PermLefts	PerpTrafVol	RTCI	PerpTrafSpeed	LanesCrossed	PedDelay
1	6:00 - 6:15 am	9	8	16	0	60	6	22.5
	6:15 - 6:30 am	10	10	19	0	60	6	22.5
	6:30 - 6:45 am	14	13	14	0	60	6	22.5
	6:45 - 7:00 am	10	13	23	0	60	6	22.5
2	7:00 - 7:15 am	29	17	40	0	60	6	22.5
	7:15 - 7:30 am	25	28	65	0	60	6	22.5
	7:30 - 7:45 am	19	25	65	0	60	6	22.5
	7:45 - 8:00 am	17	22	61	0	60	6	22.5
3	8:00 - 8:15 am	28	21	45	0	60	6	22.5
	8:15 - 8:30 am	21	18	40	0	60	6	22.5
	8:30 - 8:45 am	23	16	21	0	60	6	22.5
	8:45 - 9:00 am	19	15	30	0	60	6	22.5
4	9:00 - 9:15 am	16	9	22	0	60	6	22.5
	9:15 - 9:30 am	14	15	27	0	60	6	22.5
	9:30 - 9:45 am	13	12	22	0	60	6	22.5
	9:45 - 10:00 am	11	10	22	0	60	6	22.5
5	10:00 - 10:15 am	10	11	29	0	60	6	22.5
	10:15 - 10:30 am	14	11	33	0	60	6	22.5
	10:30 - 10:45 am	16	13	30	0	60	6	22.5
	10:45 - 11:00 am	16	16	34	0	60	6	22.5
6	11:00 - 11:15 am	15	14	35	0	60	6	22.5
	11:15 - 11:30 am	15	11	41	0	60	6	22.5
	11:30 - 11:45 am	17	17	47	0	60	6	22.5
	11:45 - 12:00 pm	15	20	52	0	60	6	22.5
7	12:00 - 12:15 pm	20	17	53	0	60	6	22.5
	12:15 - 12:30 pm	15	19	49	0	60	6	22.5
	12:30 - 12:45 pm	18	21	50	0	60	6	22.5
	12:45 - 1:00 pm	20	23	55	0	60	6	22.5

8	1:00 - 1:15 pm	26	18	49	0	60	6	22.5
	1:15 - 1:30 pm	21	23	61	0	60	6	22.5
	1:30 - 1:45 pm	21	26	57	0	60	6	22.5
	1:45 - 2:00 pm	24	22	68	0	60	6	22.5
9	2:00 - 2:15 pm	26	19	52	0	60	6	22.5
	2:15 - 2:30 pm	23	27	62	0	60	6	22.5
	2:30 - 2:45 pm	21	25	60	0	60	6	22.5
	2:45 - 3:00 pm	24	26	64	0	60	6	22.5
10	3:00 - 3:15 pm	30	22	50	0	60	6	22.5
	3:15 - 3:30 pm	28	29	70	0	60	6	22.5
	3:30 - 3:45 pm	21	29	68	0	60	6	22.5
	3:45 - 4:00 pm	22	24	74	0	60	6	22.5
11	4:00 - 4:15 pm	30	38	56	0	60	6	22.5
	4:15 - 4:30 pm	25	27	54	0	60	6	22.5
	4:30 - 4:45 pm	33	31	60	0	60	6	22.5
	4:45 - 5:00 pm	29	22	51	0	60	6	22.5
12	5:00 - 5:15 pm	39	34	52	0	60	6	22.5
	5:15 - 5:30 pm	49	31	59	0	60	6	22.5
	5:30 - 5:45 pm	36	23	49	0	60	6	22.5
	5:45 - 6:00 pm	31	27	52	0	60	6	22.5
13	6:00 - 6:15 pm	44	26	68	0	60	6	22.5
	6:15 - 6:30 pm	36	27	80	0	60	6	22.5
	6:30 - 6:45 pm	42	29	67	0	60	6	22.5
	6:45 - 7:00 pm	40	33	72	0	60	6	22.5
14	7:00 - 7:15 pm	37	30	68	0	60	6	22.5
	7:15 - 7:30 pm	37	21	61	0	60	6	22.5
	7:30 - 7:45 pm	40	23	61	0	60	6	22.5
	7:45 - 8:00 pm	29	19	63	0	60	6	22.5
15	8:00 - 8:15 pm	23	17	51	0	60	6	22.5
	8:15 - 8:30 pm	18	16	48	0	60	6	22.5
	8:30 - 8:45 pm	15	10	40	0	60	6	22.5
	8:45 - 9:00 pm	9	16	36	0	60	6	22.5
16	9:00 - 9:15 pm	12	11	20	0	60	6	22.5
	9:15 - 9:30 pm	10	8	20	0	60	6	22.5
	9:30 - 9:45 pm	8	9	15	0	60	6	22.5
	9:45 - 10:00 pm	5	6	9	0	60	6	22.5

HOJA DE TRABAJO: VALOR DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL						 UNMSM <small>Universidad Nacional Mayor de San Marcos</small> <small>Universidad del Perú, Encuentro de Avances</small>		
INFORMACIÓN GENERAL								
Tesis:		Propuesta de mejora del nivel de servicio peatonal y vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco - Lima						
Encargado:		Paul Laurente - Birigitte Niño			Intersección:		Av. Primavera - Velasco Astete	
Institución:		Universidad Nacional Mayor de San Marcos			Año de análisis:		2022	
Tiempo de análisis:		16 horas			Fecha:		23 de junio	
DATOS - CÁLCULO DEL VALOR DEL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL								
Acceso:		AV VELASCO ASTETE			Dirección:		S-N	
Periodo de Análisis		DATOS NECESARIOS						
		RTOR	PermLefts	PerpTrafVol	RTCI	PerpTrafSpeed	LanesCrossed	PedDelay
1	6:00 - 6:15 am	8	13	59	0	60	6	22.5
	6:15 - 6:30 am	7	10	72	0	60	6	22.5
	6:30 - 6:45 am	9	19	72	0	60	6	22.5
	6:45 - 7:00 am	9	20	83	0	60	6	22.5
2	7:00 - 7:15 am	10	25	73	0	60	6	22.5
	7:15 - 7:30 am	9	28	84	0	60	6	22.5
	7:30 - 7:45 am	13	31	102	0	60	6	22.5
	7:45 - 8:00 am	11	38	112	0	60	6	22.5
3	8:00 - 8:15 am	14	42	108	0	60	6	22.5
	8:15 - 8:30 am	10	39	120	0	60	6	22.5
	8:30 - 8:45 am	13	33	100	0	60	6	22.5
	8:45 - 9:00 am	14	20	107	0	60	6	22.5
4	9:00 - 9:15 am	11	24	107	0	60	6	22.5
	9:15 - 9:30 am	9	19	101	0	60	6	22.5
	9:30 - 9:45 am	14	21	100	0	60	6	22.5
	9:45 - 10:00 am	10	20	103	0	60	6	22.5
5	10:00 - 10:15 am	14	25	106	0	60	6	22.5
	10:15 - 10:30 am	11	21	100	0	60	6	22.5
	10:30 - 10:45 am	11	19	94	0	60	6	22.5
	10:45 - 11:00 am	9	18	97	0	60	6	22.5
6	11:00 - 11:15 am	10	21	84	0	60	6	22.5
	11:15 - 11:30 am	10	19	84	0	60	6	22.5
	11:30 - 11:45 am	9	21	90	0	60	6	22.5
	11:45 - 12:00 pm	12	24	93	0	60	6	22.5
7	12:00 - 12:15 pm	10	23	103	0	60	6	22.5
	12:15 - 12:30 pm	13	20	86	0	60	6	22.5
	12:30 - 12:45 pm	11	25	103	0	60	6	22.5
	12:45 - 1:00 pm	11	28	107	0	60	6	22.5

8	1:00 - 1:15 pm	12	22	92	0	60	6	22.5
	1:15 - 1:30 pm	13	23	105	0	60	6	22.5
	1:30 - 1:45 pm	10	28	101	0	60	6	22.5
	1:45 - 2:00 pm	15	29	108	0	60	6	22.5
9	2:00 - 2:15 pm	11	31	103	0	60	6	22.5
	2:15 - 2:30 pm	14	34	110	0	60	6	22.5
	2:30 - 2:45 pm	13	36	113	0	60	6	22.5
	2:45 - 3:00 pm	12	41	117	0	60	6	22.5
10	3:00 - 3:15 pm	18	44	118	0	60	6	22.5
	3:15 - 3:30 pm	10	50	108	0	60	6	22.5
	3:30 - 3:45 pm	16	50	118	0	60	6	22.5
	3:45 - 4:00 pm	14	42	125	0	60	6	22.5
11	4:00 - 4:15 pm	16	51	56	0	60	6	22.5
	4:15 - 4:30 pm	16	41	54	0	60	6	22.5
	4:30 - 4:45 pm	14	38	60	0	60	6	22.5
	4:45 - 5:00 pm	14	33	51	0	60	6	22.5
12	5:00 - 5:15 pm	16	40	104	0	60	6	22.5
	5:15 - 5:30 pm	15	39	102	0	60	6	22.5
	5:30 - 5:45 pm	17	41	85	0	60	6	22.5
	5:45 - 6:00 pm	19	38	92	0	60	6	22.5
13	6:00 - 6:15 pm	28	37	99	0	60	6	22.5
	6:15 - 6:30 pm	24	47	93	0	60	6	22.5
	6:30 - 6:45 pm	24	36	97	0	60	6	22.5
	6:45 - 7:00 pm	25	33	96	0	60	6	22.5
14	7:00 - 7:15 pm	24	31	93	0	60	6	22.5
	7:15 - 7:30 pm	24	30	81	0	60	6	22.5
	7:30 - 7:45 pm	20	22	76	0	60	6	22.5
	7:45 - 8:00 pm	17	18	69	0	60	6	22.5
15	8:00 - 8:15 pm	15	26	63	0	60	6	22.5
	8:15 - 8:30 pm	12	21	62	0	60	6	22.5
	8:30 - 8:45 pm	12	15	54	0	60	6	22.5
	8:45 - 9:00 pm	11	10	49	0	60	6	22.5
16	9:00 - 9:15 pm	9	11	42	0	60	6	22.5
	9:15 - 9:30 pm	7	12	35	0	60	6	22.5
	9:30 - 9:45 pm	7	8	31	0	60	6	22.5
	9:45 - 10:00 pm	5	7	21	0	60	6	22.5

Anexo E: Tablas de variables de investigación

Tablas de operacionalización de variables y matriz de consistencia.

TÍTULO: Propuesta de Mejora del Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular en la Intersección de las Avenidas Primavera y Alejandro Velasco Astete, Surco 2022 - Lima							
	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
GENERAL	Variable Independiente: Nivel de Servicio	Grado de satisfacción del usuario.	Es la medida de la calidad del flujo de tránsito y la percepción por parte de los usuarios, dependiendo de factores como velocidad, tiempo, comodidad, seguridad, etc.	Intensidad de tráfico	Nivel de Servicio A-F	no aplica	Intervalo
				Velocidad de Flujo	Relacion entre la distancia que recorre el usuario y el tiempo que tarda.	km/h	Intervalo
				Tiempos de cruce promedio	Tiempo	seg	Intervalo
ESPECÍFICO	Variable Dependiente: Propuesta de Mejora del Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular	Proyecto o idea destinado a resolver el problema	Rediseño de vías y dispositivos de control de tránsito según "Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 - VCHI", que permitirán mejorar el nivel de servicio tanto peatonal como vehicular, calculado con normativa HCM 2010.	Espacio y tiempo disponible para el usuario.	Velocidad de operación vehicular / peatonal; Espacio peatonal Volumen de servicio	km/h o m/min; m ² /peatón; peatón/min/m	Intervalo
				Características geométricas en sección transversal	Número de carriles/ Anchos / Bermas	cant. / m	Intervalo
				Calidad del flujo vehicular y peatonal	Flujo Vehicular / Peatonal	veh/h/carril ; peatones/h	Intervalo

TÍTULO:	Propuesta de Mejora del Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular en la Intersección de las Avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima
----------------	---

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE INVESTIGACIÓN
GENERAL	¿Cómo se mejoraría el nivel de servicio vehicular y peatonal en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Con una propuesta de rediseño geométrico, se Mejorará el Nivel de Servicio Vehicular y Peatonal en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima,	Mediante el rediseño geométrico de las vías peatonales y vehiculares de la Av. Primavera y Av. Velasco Astete, Mejorará el Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular de la intersección	Variable Independiente: Nivel de Servicio peatonal y vehicular	Intensidad de tráfico	Indicadores A-F	Cuantitativa
					Velocidad de Flujo	km/h	
					Tiempos de cruce promedio	seg	
ESPECÍFICO	¿Cómo influyen los vehículos en el cálculo del Nivel de Servicio de la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Evaluar el nivel de servicio vehicular actual utilizando metodología basada en el HCM 2010	La discretización de los Vehículos privados, públicos y pesados que operen en la intersección y alrededores, permite un cálculo certero del Nivel de Servicio Vehicular	Variable Dependiente: Propuesta de Mejora del Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular	Grados de saturación vehiculares / demoras vehiculares	Porcentajes cuantitativos / seg.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
	¿Cómo influyen los peatones en el cálculo del Nivel de Servicio de la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Evaluar el nivel de servicio peatonal actual utilizando metodología basada en el HCM 2010	La consideración de los cruces demoras de peatones en la intersección, permite un cálculo certero del Nivel de Servicio Peatonal.		Demoras peatonales / Puntajes del Nivel de Servicio Peatonal	Seg. / Indicadores cuantitativos	Experimental
	¿De que manera los anchos de carril de ciclovía afectan al Nivel de Servicio Vehicular y Peatonal en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Evaluar los anchos de carril de la ciclovía existente, según la normativa "Manual de Diseño de Infraestructura Ciclo-Inclusiva 2017"	La consideración de los anchos de la ciclovía existente en la intersección no afecta de forma considerable al cálculo del Nivel de Servicio general.		Ancho de carril	metros	
	¿De qué manera se rediseñará el ancho de los carriles y bermas para la mejora del Nivel de Servicio Peatonal y Vehicular en la intersección de las avenidas Primavera y Velasco Astete, Surco - Lima?	Presentar la propuesta de mejora en diseño geométrico en anchos carriles y bermas, en base a la normativa "Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 - VCHI"	El rediseño geométrico de los anchos carriles y bermas necesarios logrará una mejora en el Nivel de Servicio general en la intersección.		Anchos de carriles / bermas	metros	