



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN TRÁNSITO, TRANSPORTE Y SEGURIDAD VIAL

**“Estudio de Impacto Vial del mercado 12 de Abril y su zona de
influencia, Cuenca”**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:
MAGISTER EN TRANSPORTE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL**

AUTOR: Arq. Marcos Armando Naula Bermeo.
DIRECTOR: Ing. Civ. Mónica Lorena Quezada Molina, Mgs.

Cuenca, Ecuador
2016

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar este trabajo de investigación a toda mi familia:

Para mi esposa Cecy, a ella especialmente le dedico este trabajo investigativo, por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal como es, ella es la persona que directamente ha sufrido las consecuencias de mi carrera profesional, realmente sin el apoyo de ella no pudiera haber conseguido los logros alcanzados hasta el momento.

Para mis hijas Andreita y Camy, ellas son lo mejor que me ha pasado, son la inspiración que mantengo para seguirme superando tanto en el ámbito educativo como profesional, ellas me han dado las fuerzas para nunca desfallecer en el intento de seguirme superando profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar tengo que agradecer a Dios, por bendecirme, guiarme y regalarme la vida, para poder alcanzar los objetivos planteados en mi vida profesional, un agradecimiento profundo a mi esposa, gracias por comprenderme y ayudarme a cumplir una más de mis metas profesionales; a mis hijas muchas gracias por comprenderme cuando en lugar de estar con ellas en lugares de recreación, me encontraba realizando este trabajo investigativo; a toda mi familia gracias porque de una u otra manera siempre apoyaron mis proyectos, a todo ellos gracias.

Debo agradecer de manera especial y sincera, a la Ing. Mónica Quezada Molina, por aceptar la dirección de este trabajo investigativo, su apoyo, confianza y conocimiento para guiar este trabajo investigativo, gracias por sus ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos desarrollado, gracias por haber dedicado tiempo calidad para sus revisiones y recomendaciones que sin dudar fueron de aporte fundamental para terminar el presente trabajo.

MUCHAS GRACIAS....

RESUMEN

En este trabajo investigativo se realiza el Estudio de Impacto Vial en el Mercado 12 de Abril y su área de influencia, Cuenca; del análisis, su ubicación y los servicios complementarios atraídos a la zona por la dinámica propia del mercado, se evidencia la problemática generada por la atracción de viajes hacia el mercado; haciendo uso de estudios de campo, encuestas, entrevistas, métodos de ingeniería de tráfico, gerenciamiento de estacionamientos, planificación de intersecciones semaforizadas, estudio de señalización, se evalúa las características físicas y operacionales del viario, para proponer medidas de gestión con el fin de mitigar la problemática del tráfico existente generado por dicho equipamiento.

PALABRAS CLAVES: Atracción de Viajes, Ingeniería de Tráfico, Gerenciamiento de Estacionamientos, Planificación de Intersecciones, Impacto Vial.

ABSTRACT

This research work deals with the study of Road Impact on the *12 de Abril* Market and its area of influence, Cuenca. Through the analysis, location and additional services generated in the area by the market's own dynamics, it becomes evident the problems arising from the journeys' attraction to the market. The physical and operational characteristics of the road are evaluated by means of field studies, surveys, interviews, traffic engineering methods, parking spaces management, traffic- light intersections planning, and signaling study. The objective is to propose management measures in order to mitigate the existing traffic problems generated by such infrastructure.

KEYWORDS: Journeys Attraction, Traffic Engineering, Parking Spaces Management, Intersections Planning, Road Impact.



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE DE IMÁGENES	8
INTRODUCCIÓN	11
Capítulo 1.- MATERIALES Y METODOS	13
1.1.- El Área de Estudio.....	13
1.2.- El Equipamiento	13
1.2.1.- Ubicación y Cobertura.....	13
1.2.2.- Distribución del Mercado, Oferta Física	14
1.2.3.- El área de influencia.....	15
1.3.- Levantamiento de Información, diseño de metodología y procedimiento	16
Capítulo 2: RESULTADOS	21
2.1.- Caracterización de la movilidad asociada al Mercado 12 de Abril.....	21
2.2.- Accidentalidad	24
2.3.- La perspectiva ciudadana como elemento de planificación	25
2.4.- El tráfico observado	29
2.4.1.- Volúmenes de Tránsito	30
2.4.2.- Análisis de tránsito	33
2.5.- Sistema de estacionamiento	36
2.5.1.- Oferta de estacionamientos	36
2.5.2.- Áreas de carga y descarga de mercaderías	36
2.5.3.- Demanda de plazas de estacionamiento.....	37
2.5.4.- Porcentaje de utilización u ocupación.....	39
2.6.1.- Geo posicionamiento de las intersecciones semaforicas	41
2.6.2.- Intersecciones semaforicas aisladas	42
2.6.3.- Condiciones o fases semaforicas	43
2.6.4.- Tiempos de ciclos semaforicos.....	44
2.6.5.- Planes horarios	46
.....	46
2.6.6.- Problemática de las intersecciones semaforizadas aisladas.....	46
CAPITULO 3: DISCUSIÓN	47
CAPITULO 4: PROPUESTA PARA MITIGAR LA PROBLEMÁTICA EN EL AREA DE ESTUDIO	48

4.1.- Propuesta de ordenación y gestión del sistema de estacionamiento	48
4.1.1.- Reordenación del espacio público, reorganización y creación de nuevas áreas de estacionamiento	48
4.2.- Propuestas para solucionar la problemática de las intersecciones semaforizadas del área de estudio.	50
4.2.1.- Planificación de tráfico para las intersecciones semaforizadas.....	50
4.2.2.-Propuesta para la coordinación de las intersecciones semaforizadas del área de estudio	62
4.2.2.1 Análisis económico entre la propuesta de instalación de dispositivos GPS y la interconexión entre las intersecciones semaforizadas.....	64
4.3.- Propuesta de Señalización.....	65
4.3.1.- Señalización Vertical.....	65
4.3.2.- Señalización Horizontal.....	66
CONCLUSIÓN	68
Bibliografía	70
ANEXOS	71

ÍNDICE DE IMÁGENES

FIGURA N° 1: UBICACIÓN DEL MERCADO 12 DE ABRIL	14
FIGURA N° 2: DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA INMEDIATA.	16
FIGURA N° 3: INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS EXISTENTES	19
FIGURA N° 4: PUNTOS Y ZONAS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	20
FIGURA N° 5: DISTRIBUCIÓN DE VIAJES CON DESTINO EN LA ZONA	21
FIGURA N° 6 DISTRIBUCIÓN DE VIAJES ORIGINADOS EN LA ZONA	22
FIGURA N° 7: REPARTO MODAL, VIAJES CON DESTINO EN EL MERCADO 12 DE ABRIL	22
FIGURA N° 8: PERIODICIDAD DEL VIAJE VEHICULAR CON DESTINO EN EL MERCADO 12 DE ABRIL	23
FIGURA N° 9: PREFERENCIA DE ESTACIONAMIENTO EN LA ZONA	23
FIGURA N° 10: TIPOLOGÍA DE ACCIDENTES POR AÑO. PERIODOS 2014-2015	24
FIGURA N° 11: DISTRIBUCIÓN DE VIAJES POR GÉNERO.....	25
FIGURA N° 12: PERIODICIDAD DEL VIAJE CON DESTINO AL MERCADO 12 DE ABRIL.....	26
FIGURA N° 13: ACTIVIDAD PREDOMINANTE EN MUJERES ENCUESTADAS.....	26
FIGURA N° 14: TIPO DE MERCANCÍA QUE TRASLADA	27
FIGURA N° 15: REPARTO MODAL POR GÉNERO.....	27
FIGURA N° 16: JERARQUÍA VIAL ACTUAL DE LA ZONA DEL MERCADO 12 DE ABRIL	30
FIGURA N° 17: VARIACIÓN HORARIA DEL TPDA EN INTERSECCIÓN AFORADA.....	31
FIGURA N° 18: VARIACIÓN HORARIA DEL TPDA EN INTERSECCIÓN AFORADA.....	31
FIGURA N° 19: VARIACIÓN HORARIA DEL TPDA EN INTERSECCIÓN AFORADA.....	32
FIGURA N° 20: VARIACIÓN HORARIA DEL TPDA EN INTERSECCIÓN AFORADA.....	32
FIGURA N° 21: TPDA DE INGRESO A INTERSECCIONES AFORADAS.....	34
FIGURA N° 22: TPDA DE INGRESO A INTERSECCIONES AFORADAS.....	34
FIGURA N° 23: TPDA DE INGRESO A INTERSECCIONES AFORADAS.....	35
FIGURA N° 24: TPDA DE INGRESO A INTERSECCIONES AFORADAS.....	35
FIGURA N° 25: FLUJOS DE OCUPACIÓN EN DÍA DE MÁXIMA DEMANDA CALLE PADRE MONROY	38
FIGURA N° 26: FLUJOS DE OCUPACIÓN EN DÍA DE MÁXIMA DEMANDA CALLE ELOY ALFARO	38
FIGURA N° 27: FLUJOS DE OCUPACIÓN EN DÍA DE MÁXIMA DEMANDA AV. GUAPONDELIG	38
FIGURA N° 28: FLUJOS DE OCUPACIÓN EN DÍA DE MÁXIMA DEMANDA CALLE CLEMENTE YEROVÍ	39
FIGURA N° 29: ESTACIONAMIENTOS CALLE CLEMENTE YEROVI	40

FIGURA N° 30: ESTACIONAMIENTOS AV. GUAPONDELIG	40
FIGURA N° 31: ESTACIONAMIENTOS CALLE ELOY ALFARO.....	41
FIGURA N° 32: INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	42
FIGURA N° 33: INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS	51
FIGURA N° 34: DIAGRAMA DE FLUJOS	52
FIGURA N° 35: DIAGRAMA DE FLUJOS	53
FIGURA N° 36: PUNTOS DE CONFLICTO.....	54
FIGURA N° 37: FASES SEMAFÓRICAS	57
FIGURA N° 38: REUBICACIÓN DE PARA DE BUS	66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS Y USOS DEL MERCADO 12 DE ABRIL.	15
TABLA 2: TAMAÑO DE LA MUESTRA.	17
TABLA 3: MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	19
TABLA 4: ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO REGISTRADO EN LA ZONA DE INFLUENCIA.	24
TABLA 5: DISTRIBUCIÓN PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO.	36
TABLA 6: INDICADORES DE DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO	39
TABLA 7: COORDENADAS DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	42
TABLA 8: FASES SEMAFÓRICAS AV. GUAPDONDELIG Y GONZÁLES SUÁREZ.....	43
TABLA 9: FASES SEMAFÓRICAS AV. GUAPDONDELIG Y REPÚBLICA.....	43
TABLA 10: FASES SEMAFÓRICAS AV. GUAPDONDELIG Y JUAN JOSÉ FLORES.....	44
TABLA 11: FASES SEMAFÓRICAS AV. GUAPDONDELIG Y ELOY ALFARO	44
TABLA 12: TIEMPOS DE CICLOS SEMAFÓRICOS AV. GUAPDONDELIG Y GONZÁLEZ SUÁREZ	44
TABLA 13: TIEMPOS DE CICLOS SEMAFÓRICOS AV. GUAPDONDELIG Y REPÚBLICA	45
TABLA 14: TIEMPOS DE CICLOS SEMAFÓRICOS AV. GUAPDONDELIG Y JUAN JOSÉ FLORES	45
TABLA 15: TIEMPOS DE CICLOS SEMAFÓRICOS AV. GUAPDONDELIG Y ELOY ALFARO	45
TABLA 16: PLANES HORARIOS	46
TABLA 17: DISTRIBUCIÓN DE PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO PROPUESTAS	49
TABLA 18: DATOS PARA PROGRAMACIÓN	59
TABLA 19: DATOS PARA PROGRAMACIÓN	61
TABLA 20: DATOS PARA PROGRAMACIÓN	61
TABLA 21: DATOS PARA PROGRAMACIÓN	61
TABLA 22: DATOS PARA PROGRAMACIÓN	62
TABLA 23: PRESUPUESTO REFERENCIAL	64

Marcos Armando Naula Bermeo

“Trabajo de Graduación”

Mónica Lorena Quezada Molina

Julio, 2016

IMPACTO VIAL DEL MERCADO 12 DE ABRIL Y SU ÁREA DE INFLUENCIA, CUENCA.

INTRODUCCIÓN

El estudio de Impacto Vial tiene la finalidad de analizar la movilidad en una zona determinada, considerando de manera coordinada los diferentes elementos del tránsito y transporte, (Hudeil, 2010).

El análisis de la problemática de movilidad en el área de influencia donde se encuentra ubicado el Mercado 12 de Abril, ayuda a tener una visión clara de la problemática actual para posteriormente generar alternativas de solución tales como: mejoramiento del señalamiento horizontal y vertical, inventario del equipamiento urbano, análisis de ciclos semafóricos, sincronización de intersecciones semafóricas mediante dispositivos GPS, logrando mantener las intersecciones semafóricas coordinadas, con lo cual se buscará que desde el punto de vista técnico, económico y urbanístico, sea el más favorable para solucionar la problemática que generan los equipamientos de comercialización de productos de consumo masivo, el cual, esté enfocado a solucionar los problemas de movilidad.

Definición del problema

Con base en la información recopilada y analizada se puede constatar que el sector donde se encuentra localizado el Mercado 12 de Abril, en la actualidad presenta problemas en el tránsito vehicular y peatonal, al ser considerado uno de los principales equipamientos de productos de consumo masivo que abastece a la ciudadanía cuencana, estas son actividades urbanas que genera un aumento considerable de atracción de viajes, modificando de esta forma las condiciones de operación de la red vial en su área de influencia, generando un fuerte impacto en el sistema de movilidad.

Los principales problemas, que son generados por el alto número de usuarios que utilizan dicho equipamiento, son: inseguridad peatonal, congestión en el tráfico vehicular, demoras en el tiempo de viaje y problemas de estacionamientos disponibles.

Preguntas

Para contrarrestar los principales problemas que genera el alto número de usuarios que utilizan el equipamiento en estudio se plantean las siguientes preguntas en la investigación:

- ¿Cuál es la actual situación de los estacionamientos en el área de influencia?
- ¿Cuál es el modelo de gestión para la designación de los estacionamientos?
- ¿Cuál es la actual forma en la que se planifica las intersecciones semaforizadas?

Una vez definido el problema y las preguntas directrices se proyectan los siguientes objetivos:

Objetivo General.

Realizar estudio de Impacto Vial, el cual este enfocado a mejorar la movilidad urbana, mediante un análisis técnico, que ayudará a mitigar la problemática del mercado 12 de abril y su área de influencia.

Objetivo Específicos.

- Realizar estudio técnico de señalización horizontal y vertical, considerando como perímetro de seguridad el área de influencia del mercado 12 de abril, dentro del cual se evaluarán y diseñarán las medidas de mitigación correspondientes.
- Realizar estudio de estacionamientos, el cual ayudará a determinar las medidas que serán necesarias implementar para la designación de plazas, así como también, para la regulación de los estacionamientos permitidos y prohibidos en el área de estudio.
- Realizar estudio de ciclos y fases semafóricas, en las intersecciones semafóricas que forman parte del área de influencia.

Con la propuesta se reducirá el tiempo de viaje de los vehículos que circulan por la Av. Guapdondeleg, ya que se mantendrá las intersecciones semaforizadas coordinadas; la gestión de los estacionamientos permitirá aumentar el número de plazas de estacionamiento que en la actualidad existe; con la ejecución de la señalización vertical y horizontal, la cual cumpla la normativa Ecuatoriana, se aumentara la seguridad vial de los usuarios del equipamiento y del área de influencia.

Capítulo 1.- MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se indicará las características generales del área de estudio, así como también, se establecerán los límites del área de influencia para la elaboración del estudio de impacto vial, en el mismo se determinará los parámetros en los cuales se ejecutará el levantamiento de la información, tales como: encuestas de origen destino (OD), entrevistas de percepción, conteo de volúmenes de tránsito, lo cual permitirá realizar un análisis de la situación actual.

1.1.- El Área de Estudio

Con este trabajo se pretende “*elaborar un estudio de Impacto Vial enfocado a mejorar la movilidad urbana, mediante un análisis técnico*” y para ello se ha escogido un equipamiento urbano de índole público que genera varias dinámicas urbanas; resuelve gran parte del aprovisionamiento del sector este de la ciudad, genera fuentes de trabajo directas a los comerciantes que poseen un puesto regulado, induce actividades comerciales no reguladas de comerciantes informales, atraen actividades complementarias que se encuentran emplazadas en los alrededores como son la venta de insumos agrícolas, venta de ropa, servicios asociados al mantenimiento del hogar, venta de electrodomésticos, actividades bancarias, entre otras.

Otro criterio de selección se ha basado en la recurrencia de peticiones hacia la Dirección Municipal de Tránsito, DMT, y la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte, EMOV EP, para que se proceda con intervenciones tanto físicas como de gestión que permitan disminuir la problemática relacionada con el tráfico en las inmediaciones de este sector.

1.2.- El Equipamiento

1.2.1.- Ubicación y Cobertura

El equipamiento en análisis se encuentran ubicado en la Parroquia Cañaribamba, en las coordenadas de longitud 723181.99 y de latitud 9678917.00, su emplazamiento corresponde al sector de planeamiento E-2, conforme el Plan De Movilidad y Espacios Públicos de Cuenca el Mercado 12 de Abril se encuentra dentro de la Unidad Funcional denominada “Cementerio”.

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Urbano de la ciudad, este equipamiento posee un área de cobertura comprendida en un radio de 3 km.

UBICACIÓN

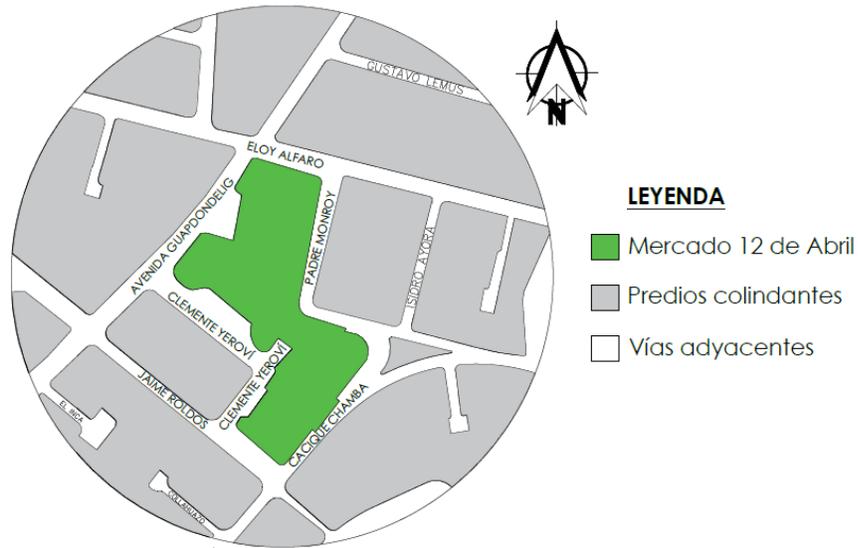


Figura N° 1: Ubicación del mercado 12 de Abril

Fuente: GAD Cuenca elaboración propia.

1.2.2.- Distribución del Mercado, Oferta Física

El Mercado 12 de Abril ocupa un área de 7422,22 m², limitado al norte por la calle General Eloy Alfaro, al sur por la calle Cacique Chamba, al este por la calle Padre Monroy, y al oeste por las calles Coronel Clemente Yerovi y Saras; su forma irregular permite la distribución de varias zonas de servicio comunitario adicionales al expendio de productos de primera necesidad como son: el Centro de Desarrollo Infantil CDI Burbujitas (669,27 m²), la sede social de la Ciudadela Urubamba (208, 19 m²) que cuenta con un área deportiva de (1083, 18 m²), y la ubicación de varias áreas de estacionamiento en las vías circundantes; en la tabla N°1 se establece la distribución y el uso de los locales existentes tanto el interior como en el exterior del equipamiento en estudio.

<i>DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS Y USOS DEL MERCADO 12 DE ABRIL</i>	
<i>SERVICIO/ USO</i>	<i># cantidad</i>
<i>Locales Comerciales Interiores</i>	<i>29 locales</i>
<i>Puestos de venta interiores</i>	<i>287 puestos</i>

Locales Comerciales Exteriores	24 locales
Puestos de venta Exteriores	218 puestos
Bodegas- Cuarto Frio	7 bodegas y 1 cuarto frio
Oficinas	1 oficina
Otras áreas administrativas	1 cuarto de basuras / 2 baterías sanitarias
Área de descarga de mercaderías	No delimitada
Área de descarga de mercaderías en cadena de frío	No delimitada

Tabla 1: Distribución de servicios y usos del Mercado 12 de abril.

Fuente: GAD Cuenca elaboración propia

1.2.3.- El área de influencia

Para la delimitación del área de influencia se han considerado criterios de proximidad, cobertura, accesibilidad, así como los usos de suelo inducidos por las actividades del mercado, la distancia de caminabilidad en relación a la zona funcional, la ocupación de las calles aledañas como zonas de estacionamiento por parte de los usuarios del mercado y por último la identificación de puntos de conflicto de tráfico vehicular más próximos.

Luego del análisis detallado de cada uno de estos factores se han establecido como zona de influencia inmediata para el estudio a la delimitada en el siguiente polígono en donde las vías más representativas son:

- Al norte la calle Juan José Flores
- Al sur la Av. Viracochabamba
- Al este la calle Cacique Chaparra
- Al oeste la calle García Moreno.

Como área de influencia media se ha considerado el área funcional o barrial definida por el Plan de Movilidad y Espacios Públicos 2016.

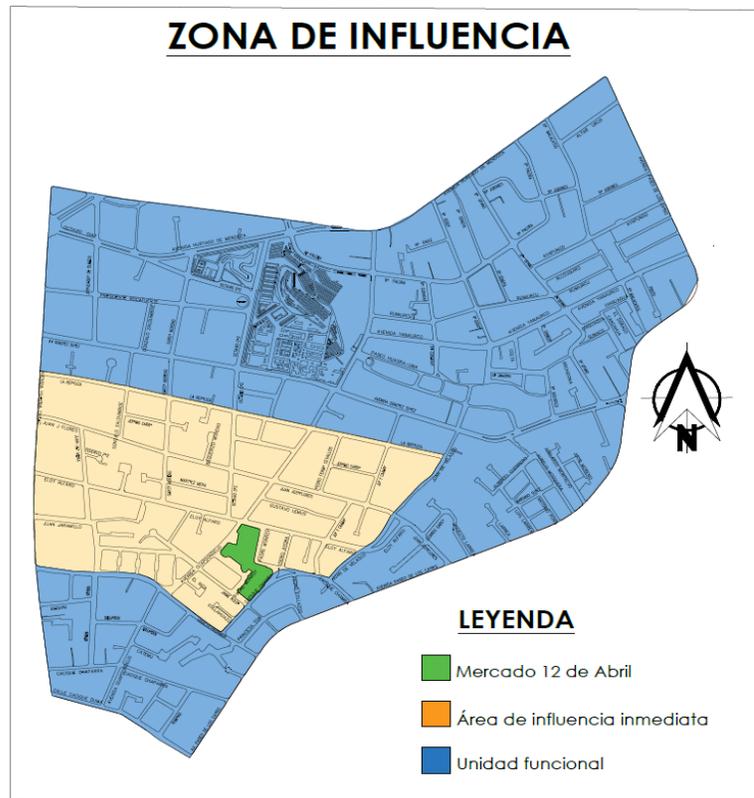


Figura N° 2: Delimitación de la zona de influencia inmediata.

Fuente: GAD Cuenca elaboración propia

1.3.- Levantamiento de Información, diseño de metodología y procedimiento

Para recolectar la información es necesario identificar los objetivos que persigue el estudio ya que los productos a diseñar deben reflejar las necesidades de la gestión, un área específica en relación al tráfico motorizado y no motorizado, el espacio público, su regulación y distribución.

La muestra de inicio diseñada en la fase de diseño de tesis; contempló como universo más cercano la población perteneciente a la parroquia Cañaribamba, con un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% y un tamaño de población aproximado de 4,600 personas, así como también del número de personas que acuden los días de mayor demanda al equipamiento en estudio los cuales son aproximadamente 2.500 personas, dato proporcionado por la Unidad de Mercados de la Ilustre Municipalidad de Cuenca, con base en estos datos estadísticos se ejecutará las encuestas de lo cual se obtendrá lo siguiente:

DEFINICIÓN	VALOR
Universo	6.600
Margen de error	5%
Nivel de confianza	95%
Tamaño de la Muestra	350

Tabla 2: Tamaño de la muestra.

Fuente: Datos estadísticos del censo de población 2010.

Sin embargo, una vez analizada de la información de base y otros parámetros cualitativos como es el número de personas que ingresan diariamente al mercado; de los objetivos planteados se identificó la necesidad de recolectar la información siguiente:

- 1. Conocer los motivos de viaje que tienen como destino el Mercado 12 de Abril y la zona de afectación inmediata,** lo que permitirá identificar la población beneficiada y afectada por las medidas a diseñar y principalmente las necesidades que estos usuarios presentan.

Mediante la aplicación de una encuesta Origen-Destino, aplicada a usuarios del mercado en día de mayor demanda (Sábado) determinado en función de información secundaria provista por la Unidad de Mercados.

La información recopilada fue registrada en una base de datos para posteriormente extraer la información estadística que permita comprender las tendencias de movilidad de los usuarios del sector.

Los datos estadísticos fueron representados en porcentajes de reparto de manera que se pueda caracterizar las demandas de transporte en relación con grupos de población y relacionarlos con los modos de transporte y motivos.

Se realizó además una encuesta de percepción aplicada a los representantes de comerciantes y de directivos del mercado para recoger su visión sobre los problemas de tráfico y de transporte del sector.

De la cual se extrae también aportes para Origen Destino, pero principalmente se extraen relaciones de percepción y modo de transporte; esta información es de gran utilidad al momento de evaluar las medidas diseñadas para resolver un problema ingenieril, pues aporta con visiones desde los usuarios.

- 2. Conocer la demanda de estacionamiento relacionada con los servicios que ofrece el mercado,** información que será clave para la redefinición o fortalecimiento de las medidas

existentes en la actualidad, así como la reorganización del espacio público tanto desde el punto de vista del re direccionamiento vial como de la distribución del espacio viario.

Mediante la aplicación de una encuesta para determinar la demanda de estacionamiento, aplicada a los vehículos estacionados en áreas designadas por la EMOV-EP, y otras áreas sin regulación pero que evidencian ocupación.

3. Flujos vehiculares de paso que permiten redefinir la operación de ejes viales periféricos a la zona en estudio, resolución de conexiones de enlace o en su defecto la definición de nuevas jerarquías viales dentro del sector.

4. Flujos vehiculares totales, esta información sirve de base para caracterizar la movilidad motorizada, calcular indicadores como el tráfico diario, tráfico horario, horas pico, horas valle, composición del flujo, y posteriormente realizar la determinación de factores como el TPDA, sus proyecciones, capacidad vial y niveles de servicio.

Esta información fue recopilada mediante la realización de conteos volumétricos vehiculares en intersecciones de los viarios identificados como de mayor intensidad de flujo, así como conteos volumétricos peatonales en intersecciones y en secciones asociadas a las paradas de transporte.

5. Conocer la demanda de transporte de mercancías asociadas al mercado, información que permitirá identificar horarios de carga-descarga y otros elementos de logística del transporte que en estos momentos no existen y pueden significar uno de los mayores problemas en los días de mayor demanda.

Los modelos de encuesta y boletas de recolección de datos se adjuntan en el ANEXO 1, que fueron aplicadas en relación a la representatividad del dato a relevar a la hora de construir las propuestas de mitigación del impacto vial en la zona.

El procedimiento para la aplicación de las diferentes encuestas y levantamiento de información difiere según cada caso, por lo que se puede resumir la determinación del tamaño de la muestra, la elección del día y hora de relevamiento y los períodos de aplicación, a continuación se detalla lo antes descrito:

Tipo de actividad	Tamaño de la muestra (personas encuestadas)	Período de aplicación	Zonificación/Lugar
Encuesta OD	100	Día de feria libre Sábado	La encuesta será aplicada de manera aleatoria a ciudadanos que transiten en la vía pública dentro del área determinada como zona censal
Encuesta a	50	Día de Feria	Se aplicará a los usuarios de las áreas

usuarios de estacionamiento público en calle y en predio		Libre Sábado	administradas por la EMOV EP en vía y a los usuarios de estacionamientos públicos en predios.
Encuesta de percepción	50	Durante dos días laborables consecutivos	Se aplicará actores relacionados con el mercado, comerciantes y administradores, residentes dentro de la zona de influencia inmediata
Aforos en intersecciones	Global	12 horas consecutivas en día típico y en día de feria	Se aplicará en 4 intersecciones (ver figura 3)
Aforos peatonales en intersecciones	Global	12 horas consecutivas en día típico y en día de feria	Se aplicará en la intersección de mayor proximidad al mercado y que además represente la de mayor volumen determinado inicialmente de forma cualitativa

Tabla 3: Método de recolección de información.
Fuente: Elaboración propia.

UBICACIÓN DE INTERSECCIONES SEMAFÓRICAS

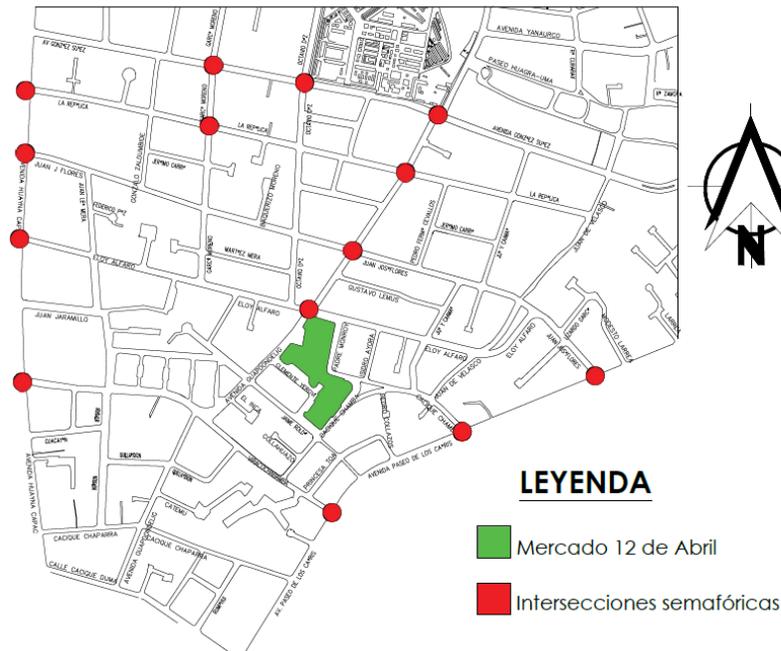


Figura N° 3: Intersecciones semafóricas existentes
Fuente: GAD Cuenca elaboración propia

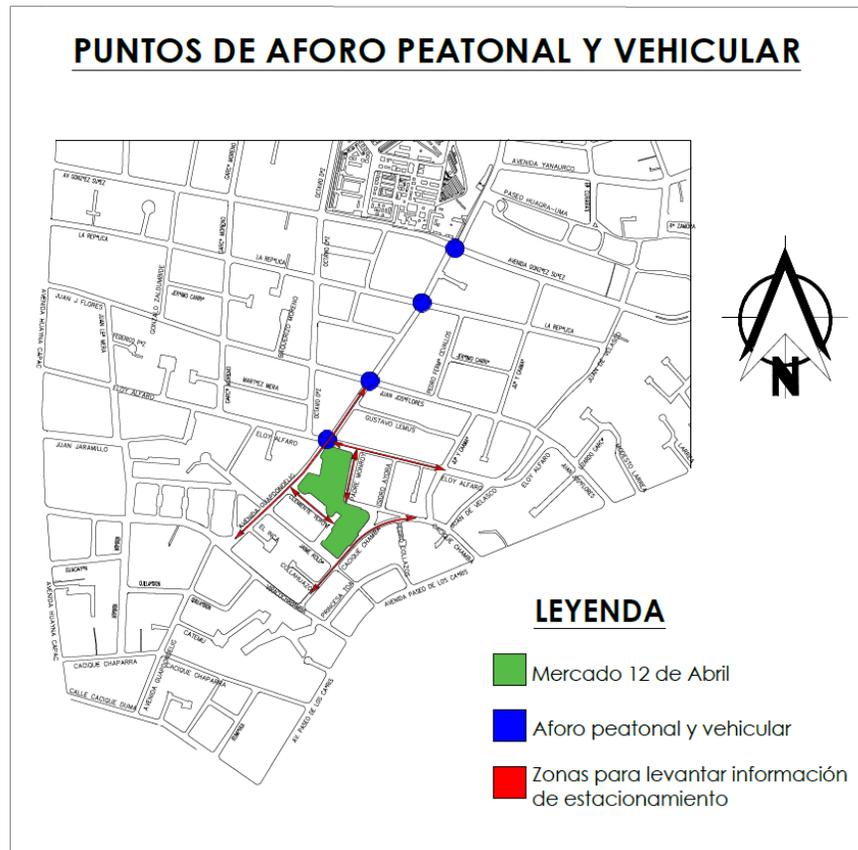


Figura N° 4: Puntos y zonas de levantamiento de información

Fuente: GAD Cuenca elaboración propia

Capítulo 2: RESULTADOS

En el presente capítulo se desarrollan un análisis y diagnóstico de la situación actual, una vez levantada la información de campo se digitaliza y se procesa la misma, con la finalidad de obtener datos generales y específicos que ayudarán a proponer soluciones a los principales problemas creados por los viajes que genera el mercado 12 de abril, tanto en su área inmediata como en el área de influencia, los principales análisis estarán relacionados con: Tráfico promedio medio anual (TPDA) en las intersecciones más conflictivas, volúmenes de tránsito, datos de accidentalidad, el reparto modal, entre otros. Se considera la jerarquización vial propuesto en el Plan de Movilidad y Espacios públicos, elaborado por la Ilustre Municipalidad de Cuenca en el 2016.

2.1.- Caracterización de la movilidad asociada al Mercado 12 de Abril

Analizadas las demandas de viajes (ANEXO 2) evidenciadas a través de la encuesta de origen destino aplicada a la población residente y que labora en la zona inmediata al Mercado 12 de Abril, se ha evidenciado que el 48% de los viajes son internos, más de la mitad de los viajes con destino en la zona se originan en sectores aledaños como son: Totoracocha 19%, Empresa Eléctrica 14% y Monay con el 13%.

De los viajes registrados, se encuentra que el 89% de los viajes con destino en el Mercado tiene origen en la misma zona de movilidad. Estos datos permiten evidenciar que el Mercado 12 de Abril es un elemento generador de viajes urbanos entre zonas próximas, a continuación se indica en una gráfica lo antes descrito:

DISTRIBUCIÓN DE VIAJES CON DESTINO EN LA ZONA

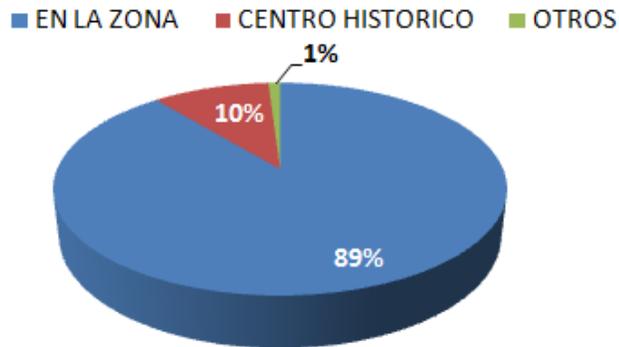


Figura N° 5: Distribución de viajes con destino en la zona

Fuente: Encuesta Origen Destino aplicada a usuarios del sector, elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN DE VIAJES ORIGINADOS EN LA ZONA

■ EN LA ZONA ■ CENTRO HISTORICO ■ TOTORACOCHA
 ■ EMPRESA ELECTRICA ■ MONAY

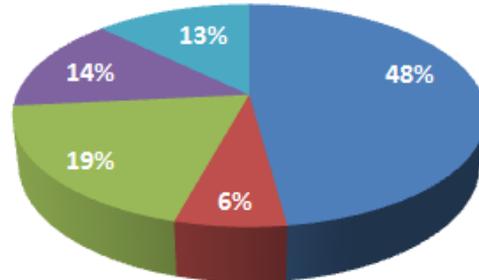


Figura N° 6 Distribución de viajes originados en la zona

Fuente: Encuesta Origen Destino aplicada a usuarios del sector, elaboración propia

Al disgregar los datos en función del modo de transporte se observa que el 67% de los viajes con destino en la zona Mercado 12 de Abril, se realizan en vehículo privado superando la media urbana de 35% (PMEP, 2016). Así mismo el porcentaje para los viajes en Bus 14% resultan inferiores a la media urbana del 33%, lo que resulta de alguna manera alarmante en especial considerando que los viajes de los comerciantes permanentes y flotantes del mercado se realizan en un 44% en este medio de transporte.

REPARTO MODAL DE VIAJES CON DESTINO EN EL MERCADO 12 DE ABRIL

■ vehículo privado ■ bus ■ moto ■ taxi ■ bicicleta

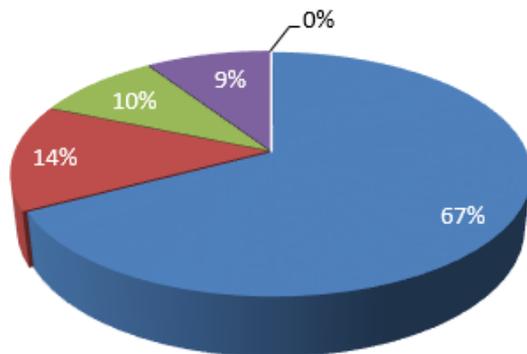


Figura N° 7: Reparto Modal, viajes con destino en el Mercado 12 de abril

Fuente: Encuesta Origen Destino aplicada a usuarios del sector, elaboración propia

Los viajes en vehículo privado registran una periodicidad de entre 1-2 días al mes, lo cual representa el 72%, mientras que el 21% realizan sus viajes 2-3 veces a la semana y el 7% de manera esporádica, lo cual se muestra en el siguiente gráfico:



Figura N° 8: Periodicidad del viaje vehicular con destino en el Mercado 12 de abril

Fuente: Encuesta Origen Destino aplicada a usuarios del sector elaboración propia.

La demanda de estacionamientos se evidencia en los datos extraídos del reparto modal y de la preferencia declarada en relación al parqueo del vehículo particular, el 74% de los encuestados declaran que estacionan su vehículo en la calle, mientras que el 26% dejan su vehículo en parqueaderos privados.



Figura N° 9: Preferencia de Estacionamiento en la Zona

Fuente: Encuesta Origen Destino aplicada a usuarios del sector, elaboración propia.

Los motivos de viaje mayoritarios hacia la zona del mercado, son aquellos relacionados con la provisión de víveres, compra de comida no por motivos de ocio, así como el acceso a los servicios de alimentación como recreación. (ANEXO 2)

2.2.- Accidentalidad

Del reporte estadístico facilitado por la Unidad de Estadísticas de Accidentes de Tránsito, se ha identificado que existe una dispersión en los puntos en donde ocurren los mismos.

Relacionando los accidentes entre el año 2014 y 2015 se encuentra que en este segundo año se ha incrementado en un 12% el total de accidentes en la zona. Sin embargo, de la información provista no pueden compararse la proyección para el año 2016 ya que no se encuentra organizada la información por períodos semanales o mensuales.

ACCIDENTES DE TRANSITO REGISTRADOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA									
AÑO	ATROPELLOS	CHOQUE LATERAL	COLISIÓN	ESTRELLAMIENTO	ROZAMIENTO	ATÍPICO	ROCE NEGATIVO	CHOQUE FRONTAL	NUMERO DE ACCIDENTES
2014	1	5		2		1			9
2015	1	8		2			1		12
2016	2	1		1					4
TOTAL	4	14	0	5	0	1	1	0	25

Tabla 4: Estadística de accidentes de tránsito registrado en la zona de influencia.
Fuente: EMOV EP- ACT, elaboración propia.

En el histórico de enero 2014 a abril de 2016 se observan 25 sucesos entre los cuales con el 56% priman los choques laterales, seguidos por los estrellamientos con el 20% y los atropellos con el 16%.

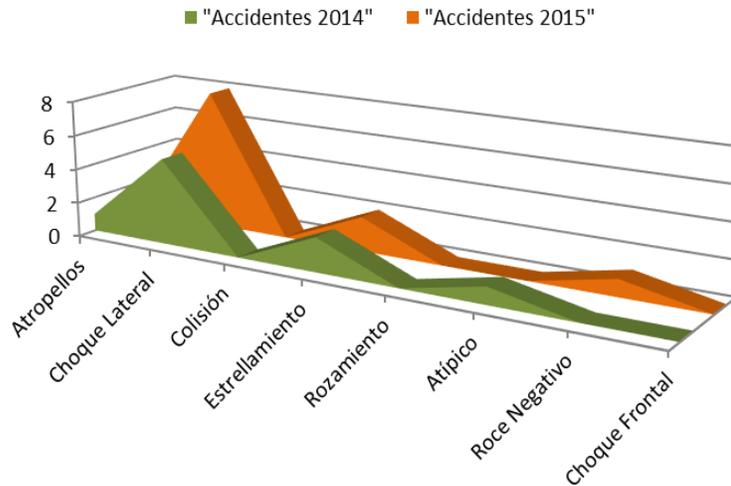


Figura N° 10: Tipología de Accidentes por año. Periodos 2014-2015
Fuente: EMOV EP-ACT elaboración propia.

El microanálisis de seguridad vial no ha podido realizarse debido a un deficiente tratamiento de los datos relativos al accidente, pues no se especifica el tipo de accidente y su ubicación exacta, si no que se presenta una ubicación referencial global en donde únicamente puede analizarse el patrón territorial de los accidentes en términos generales, en el ANEXO 3, se indica los puntos de recurrencia de accidentes de tránsito, lo cual se realizó con base en la información proporcionada por la Empresa Pública de Movilidad EMOV-EP.

2.3.- La perspectiva ciudadana como elemento de planificación

Como se ha expuesto en capítulos anteriores, dentro de la planificación en general la percepción y los anhelos ciudadanos deben ser considerados para el diseño de medidas en los ámbitos urbanos, para lo cual se ha explotado y analizado la información proveniente de la encuesta de percepción aplicada a los comerciantes y visitantes permanentes del Mercado 12 de Abril, se ha encontrado que la población que mayoritariamente asiste al mercado ya sea para la provisión o por motivos de trabajo, son mujeres con una representación del 66%, (ANEXO 4).

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN POR GÉNERO

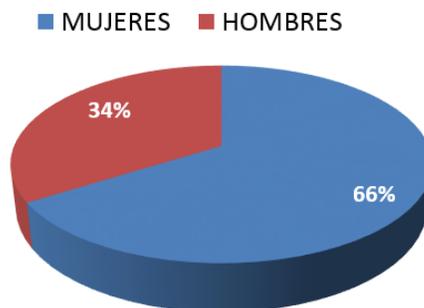


Figura N° 11: Distribución de viajes por género

Fuente: Encuesta de percepción aplicada a comerciantes, elaboración propia.

Los entrevistados manifiestan asistir al mercado con una periodicidad diaria, es decir de lunes a domingo en un 69%. Un menor porcentaje lo realiza de martes a domingo, lo que refleja la baja de demanda de viajes el día lunes, particular que puede notarse en términos cualitativos y que además se observa en relación al tráfico observado.



Figura N° 12: Periodicidad del viaje con destino al Mercado 12 de abril

Fuente: Encuesta de percepción aplicada a comerciantes, elaboración propia.

Es importante dentro de las características generales del encuestado, notar como las actividades laborales asociadas al mercado se distribuyen sobre un 45% relacionada con el comercio, ya sea este formal o informal, aproximadamente el 35% son vendedoras ambulantes y más del 70% son propietarias de locales, ya sean estos ubicados al interior o exterior del Mercado 12 de Abril, lo cual se puede observar en el gráfico siguiente:

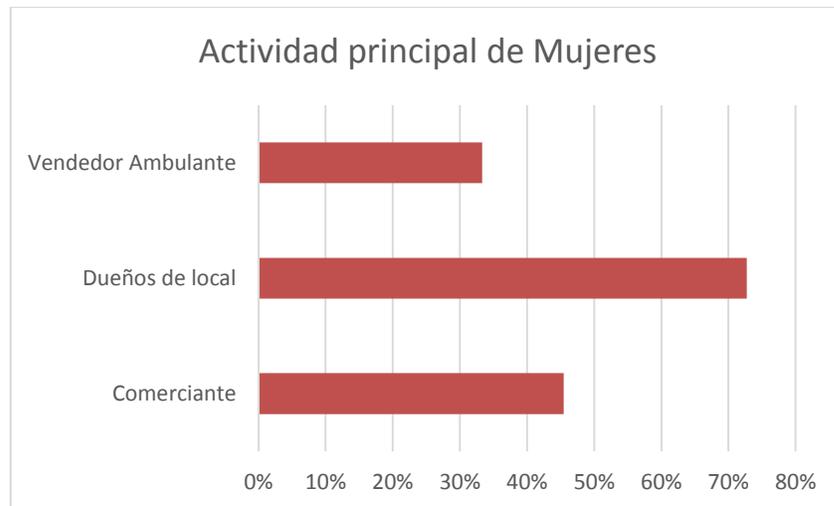


Figura N° 13: Actividad predominante en mujeres encuestadas

Fuente: Encuesta de percepción aplicada a comerciantes, elaboración propia.

La mayor parte de los comerciantes entrevistados indican que los productos que comercializan son de distintos tipos y todo depende de la temporada y el clima, el segundo grupo representativo son aquellos que comercializan alimentos no perecibles.

TIPO DE MERCANCIA

■ Abarrotes ■ Alimentos perecibles ■ carnicos ■ ropa ■ otros

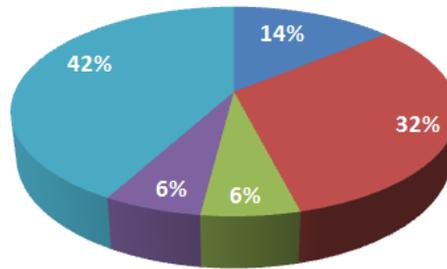


Figura N° 14: Tipo de mercancía que traslada

Fuente: Encuesta de percepción aplicada a comerciantes, elaboración propia.

Esta tipología de usuario, requiere un traslado de sus mercancías en medios motorizados debido a los bultos que tienen que ser transportados para cumplir con la actividad, esta demanda se ve reflejada en el reparto modal identificado tanto para usuarios hombres como mujeres.

REPARTO MODAL POR GÉNERO

■ Mujeres ■ Hombres

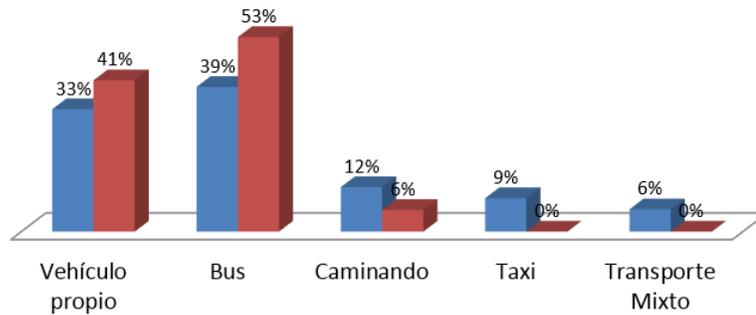


Figura N° 15: Reparto Modal por género

Fuente: Encuesta de percepción aplicada a comerciantes, elaboración propia.

Como puede observarse la tendencia de uso del sistema público para las mujeres es un poco más elevada que la media urbana general, y bastante más baja con al menos 10% en relación al uso de vehículo privado urbano que bordea el 35%.

Se observa también que, para los viajes interiores en la zona, las mujeres realizan más viajes a pie que los hombres, así como el uso de otros modos públicos individuales como el caso del taxi con el 9% y del transporte de carga con el 6%.

Dentro de la encuesta de percepción se han realizado varias preguntas que pretenden recopilar información sensorial y experiencia del usuario para con ello definir los problemas en un lenguaje cualitativo fácilmente interpretado y comprensible para los ciudadanos, (ANEXO 4).

Para los entrevistados los problemas de tráfico relacionados con el mercado se encuentran en igual nivel de prioridad, se definen como problemas de importancia media a alta los siguientes:

- No existe suficiente lugar para estacionar
- Vehículos que transitan no tienen como destino el mercado y generan congestión
- La calle es riesgosa para los peatones
- Los vehículos de carga no disponen de un área de estacionamiento propio
- Las áreas de estacionamiento rotativo generan mayor cantidad de vehículos

En relación a los problemas de transporte, la valoración de los problemas descritos es mayor, considerándose los más significativos los siguientes:

- No existen suficientes rutas de transporte para llegar al mercado
- Las ubicaciones de las paradas de buses interrumpen el normal flujo vehicular
- No existen suficientes unidades de servicio de transporte comercial

En relación a la visión actual sobre el mercado y sus áreas aledañas, se tienen posiciones bastantes homogéneas:

- 60% de los encuestados están de acuerdo con la siguiente afirmación: *“El área adyacente al mercado es segura para caminar, posee señalización adecuada”*
- El 84% de los encuestados consideran que la siguiente afirmación no es correcta *“Existen suficientes espacios para carga y descarga para la mercadería”*
- El 56% de los encuestados consideran que la siguiente afirmación no es correcta: *“Existe contaminación auditiva por la cantidad de tráfico vehicular”*
- Un 76% de los encuestados no está de acuerdo con decir que *“Existe un horario establecido para cargar y descargas la mercadería”*
- Un 76% de los entrevistados están en desacuerdo con la afirmación *“Existen suficientes puestos de estacionamiento para los clientes”*.

La seguridad percibida es otro factor analizado mediante la información extraída de esta encuesta, en donde se evidencia que a pesar de que los usuarios del mercado consideran que el sector es atractivo para caminar en 70%, a su vez estos mismos usuarios consideran que la periodicidad para presenciar accidentes de tránsito es mensual, apreciación que no es coincidente con el reporte de accidentalidad provisto por la EMOV EP.

A su vez un 68% considera que los accidentes que han presenciado comúnmente son accidentes leves y los involucrados sufren impactos psicológicos y heridas, los cuales son considerados leves.

Al momento de evaluar el motivo del accidente, se considera el irrespeto a los semáforos como la principal causa; lo que evidencia la conflictividad percibida en las intersecciones.

2.4.- El tráfico observado

La aplicación de distintos criterios, métodos de cálculo y aproximación para las variables condicionantes del tráfico motorizado, se basan en la tipología de las vías a las que se realiza el análisis de tráfico.

Para el caso de estudio se ha identificado en primer lugar la jerarquización que corresponde a los viarios principales del sector en el contexto urbano, esto en función de la Jerarquía Vial propuesta por el PMEP, a partir de estas definiciones los criterios, métodos de cálculo se realizarán con la consideración que corresponda a las **vías de carácter urbano**.

Según lo establecido en el plan de Movilidad y Espacios Públicos 2016, realizado por la Ilustre Municipalidad del Cantón Cuenca, la clasificación de las vías en el sector del Mercado 12 de Abril es:

- Vías denominadas 40, es decir que el límite máximo de velocidad es 40km/h, en las siguientes vías: Av. González Suárez y en la Av. Paseo de los Cañaris.
- Las vías denominadas 30, en las cuales el límite máximo de velocidad es 30km/h, son las calles: República, Juan José Flores, Eloy Alfaro, Viracochabamba y Guapdondeleg.
- Las vías denominadas 20, en donde el límite máximo de velocidad es 20km/h, son las calles: Gonzalo Zaldumbide, Octavio Díaz, García Moreno, Jijón y Camayo, Pedro Fernández Cevallos, Martínez Mera, Gustavo Lemus, Padre Monroy, Isidro Ayora, Cacique Chamba, Jaime Roldos y Juan León Mera.

En términos generales dentro del área de influencia del Mercado 12 de abril (Imagen 8), se encuentra, un 70% de vías de carácter local y un 30% de vías de carácter principal, en donde las vías 40 definidas por el PMEP ocupan un 10% de la longitud del viario.

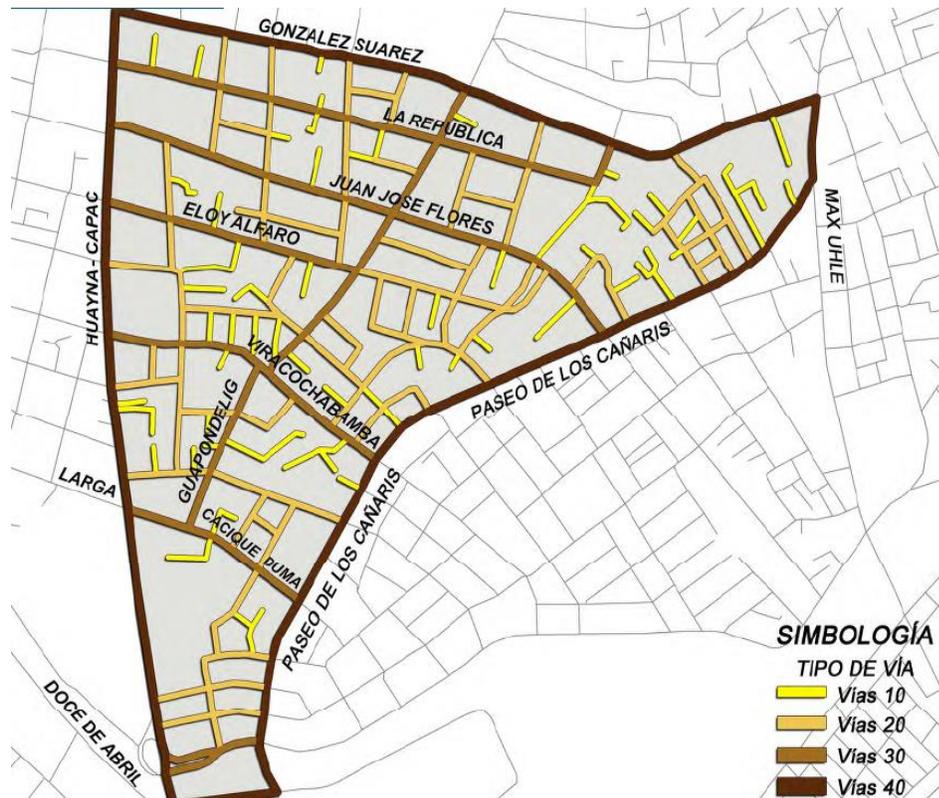


Figura N° 16: Jerarquía vial actual de la zona del Mercado 12 de Abril

Fuente: Dirección Municipal de Tránsito PMEP.

Actualmente el sistema vial del sector puede ser considerado multimodal a pesar de no contar con segregaciones para los diferentes modos de transporte, se encuentran regulados la circulación de todo tipo de vehículos en dicha zona.

2.4.1.- Volúmenes de Tránsito

De los levantamientos de volúmenes de tránsito realizados en el viario principal (ANEXO 5); se puede indicar que los flujos vehiculares en el eje de la Av. Guapondelig tramo comprendido entre la calle Viracochabamba y Av. González Suárez se encuentran en el rango entre 13.000 y 10.200 vehículos en día de mayor demanda, esto el día sábado que se caracteriza por ser un día de feria.

La fluctuación del volumen de tráfico en las principales intersecciones permite evidenciar picos de larga duración en el día de mayor demanda.

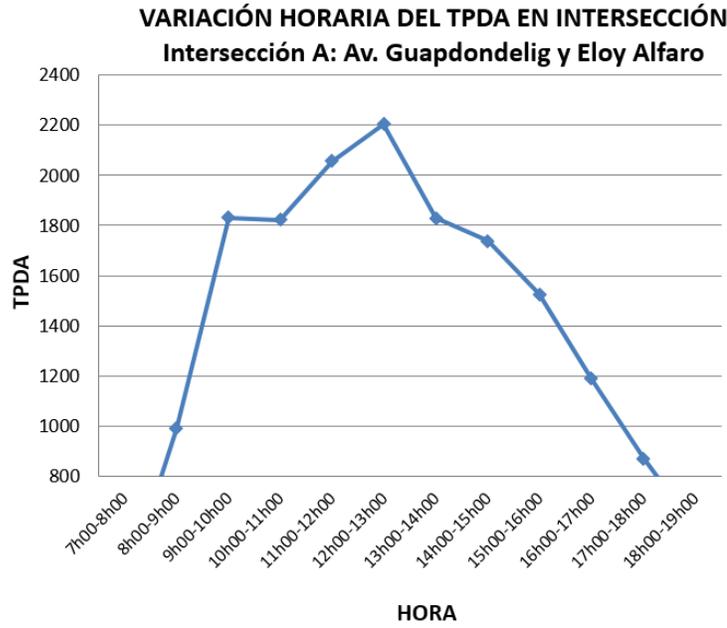


Figura N° 17: Variación Horaria del TPDA en intersección aforada

Fuente: Aforos de tráfico, elaboración propia.

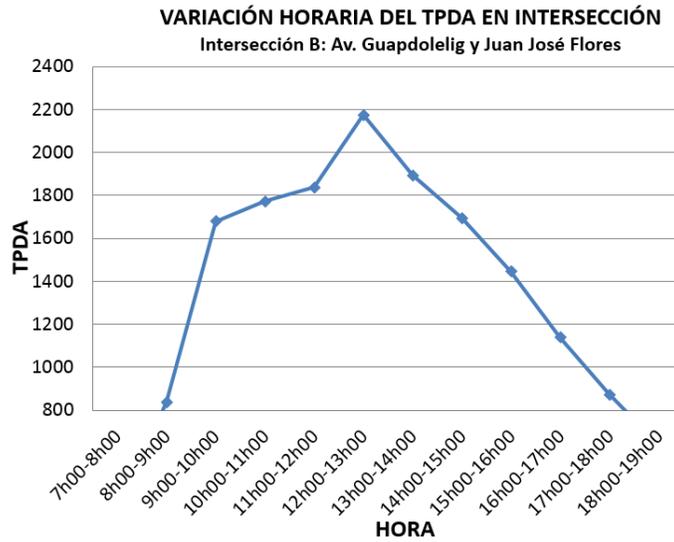


Figura N° 18: Variación Horaria del TPDA en intersección aforada

Fuente: Aforos de tráfico, elaboración propia.

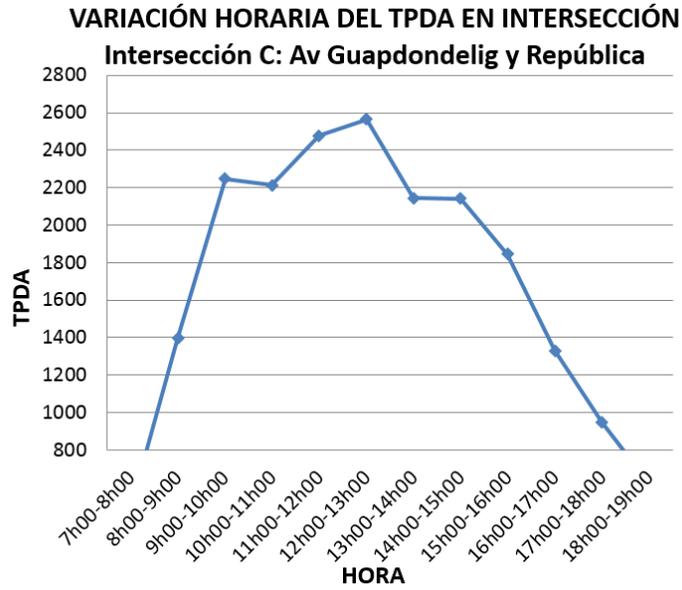


Figura N° 19: Variación Horaria del TPDA en intersección aforada
Fuente: Aforos de tráfico, elaboración propia.

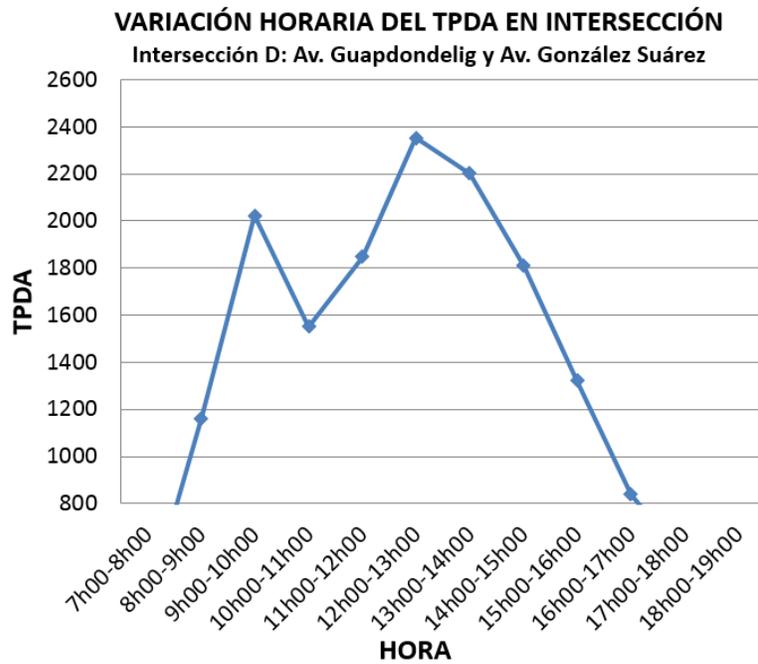


Figura N° 20: Variación Horaria del TPDA en intersección aforada
Fuente: Aforos de tráfico, elaboración propia.

2.4.2.- Análisis de tránsito

Para el análisis y cálculos de tránsito se considera la operación actual de las intersecciones, es decir intersecciones en “cruz” reguladas con semáforos y complementadas con señalización horizontal y vertical, en los cuatro casos de análisis se corresponde a vías de carácter colector de la zona de movilidad y su intersección con un eje de mayor jerarquía como los es la Av. Guapondelig y la Av. González Suárez corredor urbano considerado de primer nivel jerárquico.

Estas características proporcionadas por la planificación, son de vital importancia ya que definen los criterios a aplicar en el momento de utilizar la información para el cálculo de la capacidad y niveles de servicio actuales y proyectados.

Para la determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (ANEXO 5), se utilizó el método de los factores, reconocido y avalado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, en el Capítulo 3 – Tráfico de las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003, este método consiste en calcular un factor de expansión con el cual se afecta al tráfico observado, obteniendo de esta forma el TPDA, a su vez, el factor de expansión es el producto de los factores de corrección del tráfico, por lo cual tenemos:

$$TPDA = (TO)(FE) \quad [\text{Carreteras} - 2003]$$

Donde,

TO = Tráfico Observado (Durante las 12 horas)

FE = Factor de Expansión.

A continuación se detalla los factores de expansión indicados en el Anexo 5:

- Av. Guapondelig: N-S=1,29; S-N=1,26
- Calle Eloy Alfaro: E-O=1,28.
- Calle Juan José Flores: O-E=1,28.
- Calle República: E-O=1,28
- Av. González Suarez: E-O=1,26; O-E=1,29

A continuación se muestra el TPDA de ingreso y salida de las intersecciones aforadas:

- **Intersección A: Guapondelig y Eloy Alfaro.**

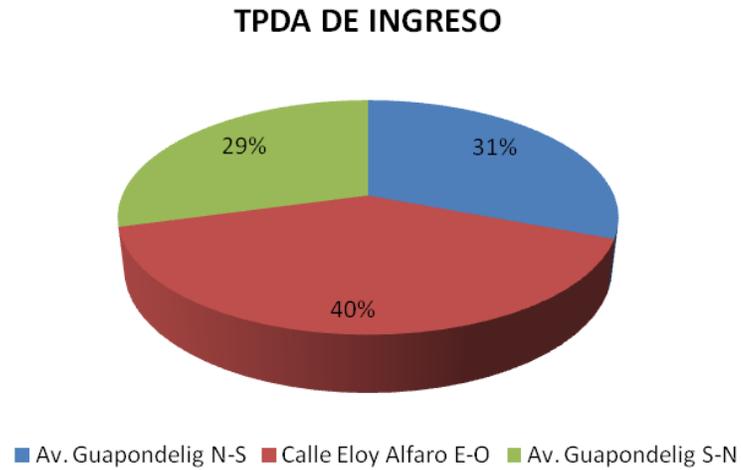


Figura N° 21: TPDA de Ingreso a Intersecciones aforadas
Fuente: Aforos de tráfico, elaboración propia.

- **Intersección B: Guapondelig y Juan José Flores.**

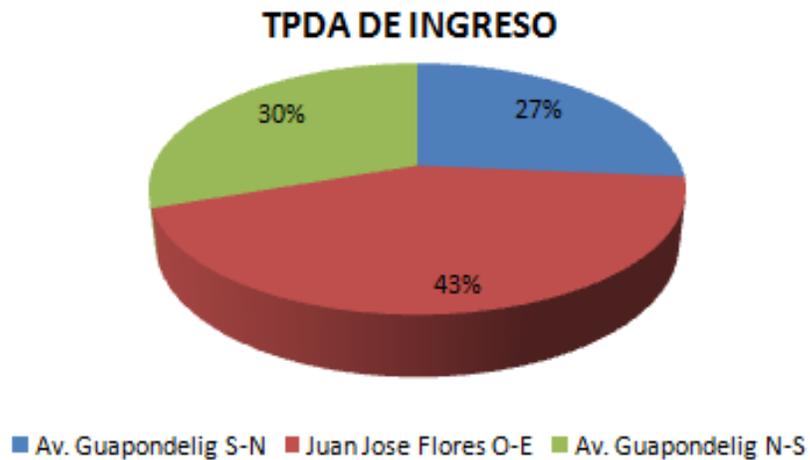
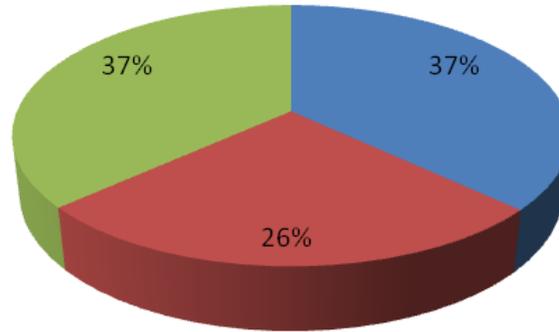


Figura N° 22: TPDA de Ingreso a Intersecciones aforadas
Fuente: Aforos de tráfico, elaboración propia.

- **Intersección C: Guapondelig y República.**

TPDA DE INGRESO



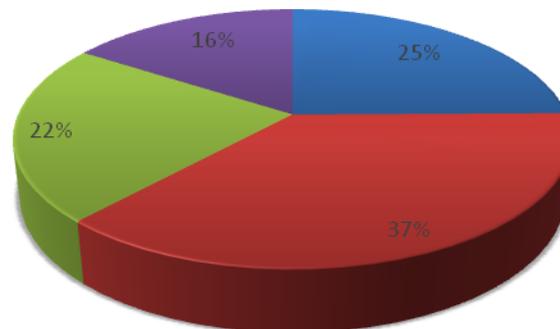
■ Av. Guapondelig N-S ■ Calle República E-O ■ Av. Guapondelig S-N

Figura N° 23: TPDA de Ingreso a Intersecciones aforadas

Fuente: Aforos de tráfico, elaboración propia.

- **Intersección D: Guapondelig y González Suárez.**

TPDA DE INGRESO



■ Av. Gonzales Suarez OE ■ Av Gonzales Suarez EO
■ Av. Guapondelig NS ■ Guapondelig SN

Figura N° 24: TPDA de Ingreso a Intersecciones aforadas

Fuente: Aforos de tráfico elaboración propia.

2.5.- Sistema de estacionamiento

En el caso de estudio la oferta de estacionamiento y su gestión es de vital importancia, pues, las demandas de viajes mayoritariamente se realizan para trasladar carga o paquetes de quiénes comercian y de quiénes se aprovisionan en el mercado.

2.5.1.- Oferta de estacionamientos

La oferta de estacionamiento vehicular que tiene relación directa con el Mercado 12 de Abril, está relacionada con satisfacer las necesidades de los clientes cotidianos de este centro de abasto y los servicios aledaños, actualmente se han identificado áreas de estacionamiento en las vías circundantes al mercado, encontrando que la distribución de las plazas de estacionamiento son las siguientes:

SERVICIO / USO	NUMERO DE PLAZAS
Plazas rotativas	75
Plazas de taxi	10
Plaza carga liviana	5
Área de carga y descarga	No delimitada
Área de descarga de mercaderías en cadena de frío	No delimitada

Tabla 5: Distribución plazas de estacionamiento.

Fuente: Levantamiento de información, elaboración propia.

2.5.2.- Áreas de carga y descarga de mercaderías

De acuerdo a la investigación y recopilación de información provista por la Dirección de Planificación del GAD Municipal, el área destinada para el estacionamiento de vehículos que transportan mercancías que tienen como destino el Mercado 12 de Abril, habría sido ocupada por los comerciantes.

Actualmente la carga y descarga de mercancías se realiza en el área de estacionamiento ubicada con frente a la calle Clemente Yerovi.

Estas actividades que normalmente se realizan en vehículos de alta capacidad, requieren espacios adecuados no solamente para el estacionamiento temporal de vehículo, sino además aquel dimensionamiento relacionado con el acceso del vehículo a la zona de influencia.

2.5.3.- Demanda de plazas de estacionamiento

De la recopilación de información realizada los días sábados del mes de Abril del 2016, se considero el día de mayor demanda el cual fue el 30 de abril (ANEXO 6), obteniendo lo siguiente:

Plazas en batería calle Padre Monroy, estas plazas se encuentran utilizadas un promedio de 18 minutos, se observan vehículos en donde se comercializan productos, así como el uso del área de carga y descarga de mercadería de comerciantes que ingresan al área cubierta del mercado.

Plazas en paralelo Eloy Alfaro, estas plazas operan como plazas para estacionamiento de clientes del mercado, denominadas “caseras”, a pesar de observarse señalización provista por la Empresa de Movilidad EMOV-EP, las mismas no se encuentran reguladas o controladas en relación a la ocupación, los tiempos promedio de estacionamiento en este espacio 25 minutos, se puede observar ocupación de un promedio de tres puestos por vehículos que permanecen más de una hora estacionados mientras expenden productos para la venta.

Estacionamiento Av. Guapdondelig, en esta área de estacionamiento a pesar de evidenciarse esfuerzos por regularla se observa la ocupación por parte de vehículos de carga, la configuración del espacio no permite una adecuada distribución y por tanto delimitación de plazas, el tiempo promedio de estacionamiento bordea los 33 minutos, lo que se contrapone con la ubicación del área que conecta directamente con la Av. Guapdondelig, vía de acceso principal al equipamiento y que actualmente incluso recoge tráficos de paso de la zona de movilidad.

Plazas en paralelo calle Coronel Yerovi, el emplazamiento de esta área hacia la zona en donde se ubican los puestos exteriores del Mercado 12 de Abril, facilita el emplazamiento de vehículos de carga de mercancías, así como la ocupación por parte de vendedores informales, generando inseguridad y desorden en este sector del equipamiento, el tiempo promedio de ocupación es de 52 minutos por vehículo, lo que disminuye ostensiblemente la oferta de estacionamiento para los clientes del mercado.

Se han observado que la ocupación de las plazas de estacionamiento presenta picos en el horario de la mañana en donde en las distintas plazas de estacionamiento se observan mayores tiempos de ocupación, en el gráfico que se muestra a continuación se indica los flujos de ocupación en el día de máxima demanda (sábado).

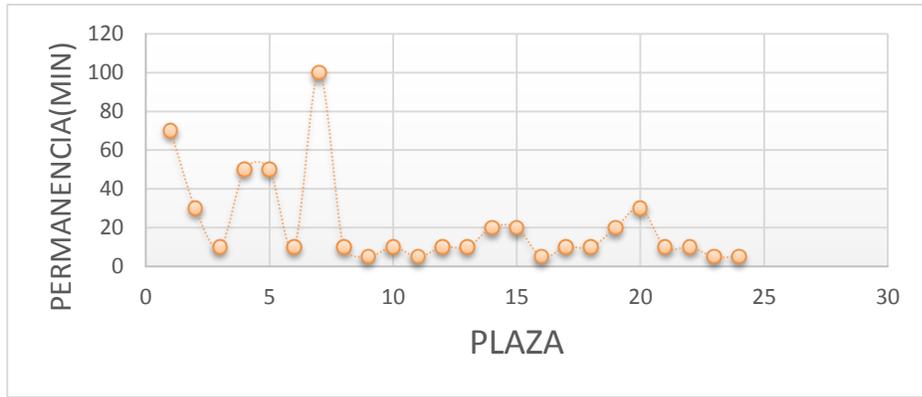


Figura N° 25: Flujos de ocupación en día de máxima demanda Calle Padre Monroy
Fuente: Aforos de estacionamiento, elaboración propia

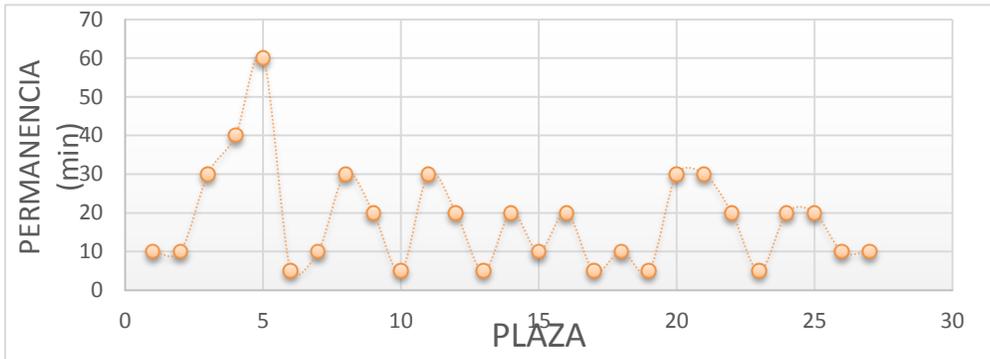


Figura N° 26: Flujos de ocupación en día de máxima demanda Calle Eloy Alfaro
Fuente: Aforos de estacionamiento, elaboración propia

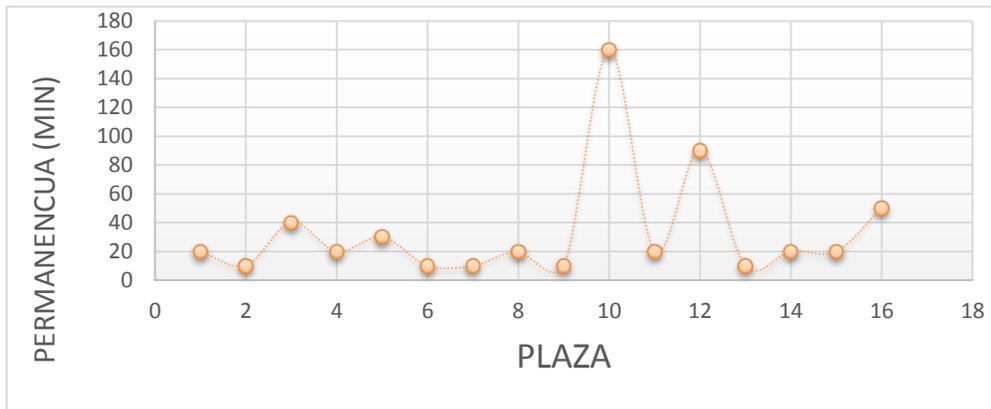


Figura N° 27: Flujos de ocupación en día de máxima demanda Av. Guapdondelig
Fuente: Aforos de estacionamiento elaboración propia

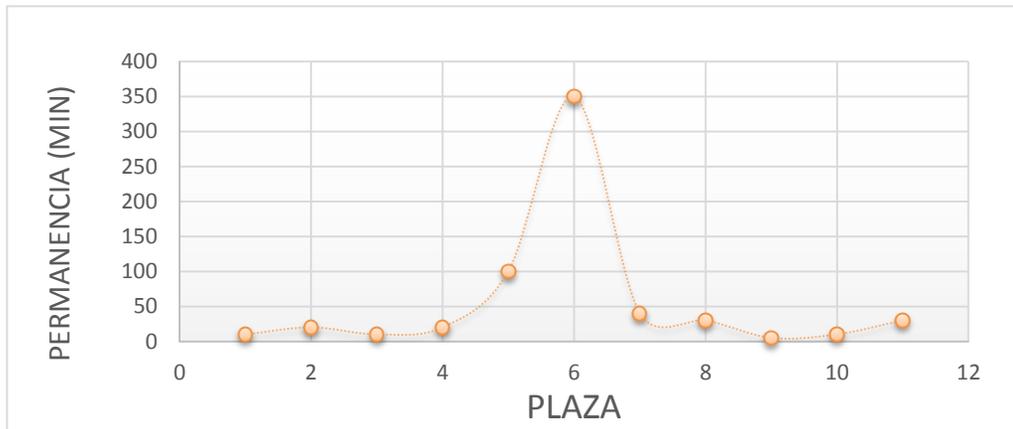


Figura N° 28: Flujos de ocupación en día de máxima demanda calle Clemente Yeroví

Fuente: Aforos de estacionamiento, elaboración propia

2.5.4.- Porcentaje de utilización u ocupación

Representan la fracción del área de estacionamiento que permanece siempre ocupada.

Área de estacionamiento	Calle Padre Monroy	General Eloy Alfaro	Av. Guapdondeleg	Calle Clemente Yerovi
Índice de rotación	2,00	2,25	1,33	0,92
Rotación promedio por hora	0,03	0,04	0,02	0,02
Duración media estacionamiento (minutos)	10,98	10,98	17,86	15,61
% utilización	99%	70%	80%	80%

Tabla 6: Indicadores de demanda de estacionamiento

Fuente: Encuestas de estacionamiento, elaboración propia.

Dados los índices de evaluación del estacionamiento en la zona del Mercado 12 de Abril, se puede observar lo siguiente:

1. Existe ocupación por períodos de tiempo superiores a 30min por parte de comerciantes y expendedores de productos al mayoreo.
2. Las plazas de estacionamiento cuya rotación es de media a alta corresponden a aquellas dispuestas y utilizadas por los clientes del mercado.
3. Las áreas aledañas al Mercado 12 de Abril que son utilizadas infringiendo las disposiciones de la EMOV EP, resuelven la falta de espacios para los clientes del Mercado 12 de Abril.
4. Varios espacios de estacionamiento se encuentran ocupados por vehículos desde donde se realiza venta de víveres, enceres y alimentos.



Figura N° 29: Estacionamientos calle Clemente Yerovi

Fuente: Visita de campo, elaboración propia.



Figura N° 30: Estacionamientos Av. Guapdondelig

Fuente: Visita de campo, elaboración propia.



Figura N° 31: Estacionamientos calle Eloy Alfaro

Fuente: Visita de campo elaboración propia.

2.6.- Sistema semafórico

Se realizó un levantamiento integral de los dispositivos semafóricos existentes en las intersecciones cercanas al equipamiento en estudio, se realiza la ubicación georeferenciada de las intersecciones semafóricas, así como también se analiza las fases, ciclos y planes horarios, con los que en la actualidad están programados los controladores de tráfico, con estas determinantes se establece un diagnóstico y se determina la problemática, basado en 4 intersecciones, las cuales son: Av. Guapondelig y Eloy Alfaro, Av. Guapondelig y Juan José Flores, Av. Guapondelig y República, Av. Guapondelig y González Suárez

2.6.1.- Geo posicionamiento de las intersecciones semafóricas

El levantamiento Geo referencial, nos permite iniciar la integración de las intersecciones semaforizadas aisladas en el área de estudio, se han adquirido sus coordenadas tanto de longitud, magnitud y altura, permitiendo de esta manera el poder localizarlos de manera precisa.

Esta información también nos sirve para extraer las distancias entre las intersecciones que cuentan con semáforos, estableciendo la posibilidad adicional de obtener datos como: velocidad, distancias entre intersecciones, áreas y longitudes; en la Tabla N°7 se muestra la georeferenciación de las intersecciones semaforizadas:

INT.	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	CALLE 1	CALLE 2
1	2°53'56,8457"	78°59'25,9102"	2503.02	Guapondelig	González Suárez
2	2°53'59,9163"	78°59'27,6974"	2531.91	Guapondelig	República

3	2°54'3,7497"	78°59'30,1870"	2535.28	Guapdondelig	Juan J. Flores
4	2°54'7,1023"	78°59'32,3247"	2534.8	Guapdondelig	Eloy Alfaro

Tabla 7: Coordenadas de intersecciones semaforizadas

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen, se muestra la ubicación de las intersecciones semaforizadas, en las cuales se realizará el estudio.

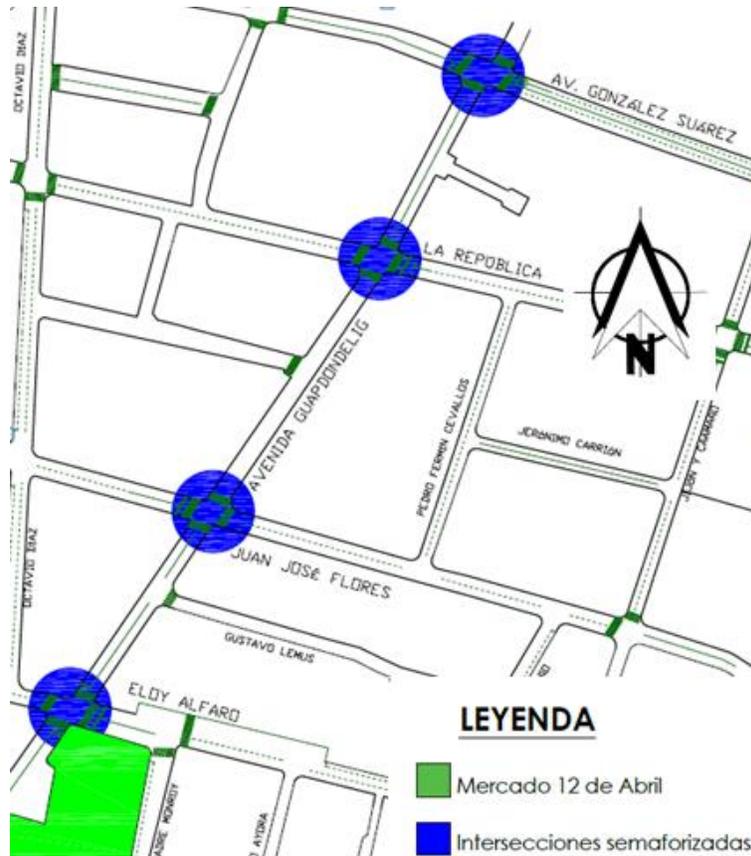


Figura N° 32: Intersecciones semaforizadas

Fuente: Elaboración propia.

2.6.2.- Intersecciones semaforizadas aisladas

Las intersecciones semaforizadas en el área de estudio son denominadas intersecciones aisladas, definidas de esta manera porque estos dispositivos están aislados del centro de gestión y control, siendo la única forma de sincronía, su reloj interno.

Cada una de las intersecciones del área de estudio utiliza en su tablero de control, Controladores Lógicos Programables, que poseen entradas y salidas que permiten que las

luminarias de los semáforos se enciendan en el orden correcto, y que el semáforo como tal funcione a determinadas horas del día, para lograr esto los controladores de tráfico llevan internamente un reloj que usan como referencia para encender y apagar el semáforo, así como para alternar los colores del semáforo en el orden correcto, estos dispositivos se programan con software a nivel de ingeniería electrónica.

Debido a que los controladores son independientes entre sí, cada uno lleva un reloj interno propio, el cual por motivos de construcción y precisión pierde sincronismo, es decir, los controladores de tráfico se desigualan entre sí, razón por la cual se debe volver a igualar sus relojes de manera continua para asegurar su sincronización.

Del análisis y de la información proporcionada por la Empresa Pública de Movilidad se determinó que las intersecciones semaforizadas funcionan con las características que se detallan a continuación:

2.6.3.- Condiciones o fases semaforizadas

La fase semaforizada es cada una de las combinaciones o indicaciones que permite uno o varios movimientos de flujos vehiculares simultáneamente en la intersección, es decir, es el tiempo donde no se produce ningún cambio de color en los semáforos de la intersección, a continuación, se detalla cómo están las fases semaforizadas en dicha intersección:

		G 1	G 2	G 3	G 4
S1	F1	✓		✓	
	F2		✓		✓

Tabla 8: Fases semaforizadas Av. Guapondelig y Gonzáles Suárez

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

		G 1	G 2	G 3	
S1	F1	✓		✓	
	F2		✓		

Tabla 9: Fases semaforizadas Av. Guapondelig y República

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

		G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8
S1	F1		✓		✓		✓		✓
	F2	✓		✓		✓		✓	

Tabla 10: Fases semafóricas Av. Guapdondelig y Juan José Flores

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

		G 1	G 2	G 3	G 4
S1	F1	✓		✓	
	F2		✓		✓

Tabla 11: Fases semafóricas Av. Guapdondelig y Eloy Alfaro

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

Como se puede observar en las imágenes anteriores las intersecciones semafóricas tienen dos fases semafóricas, designadas como F1 y F2, así como también constan de diferentes grupos semafóricos designados con la letra G.

2.6.4.- Tiempos de ciclos semafóricos

El tiempo de ciclo semafórico es el resultado del cálculo basado en varios factores, entre los más importantes son: flujos vehiculares, número de carriles, flujo de saturación, entre otros; el tiempo de ciclo debe reflejar necesidades particulares de la intersección tales como: restricciones geométricas, rol de la intersección en la red vial, políticas de movilidad, deseos y necesidades de diferentes grupos de usuarios; a continuación se detalla los tiempos semafóricos en segundos con los que están funcionando las intersecciones en estudio:

PLAN	F1	F2	
A	30	30	60
B	30	35	65
C	30	45	75
D	20	20	40

Tabla 12: Tiempos de ciclos semafóricos Av. Guapdondelig y González Suárez

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

PLAN	F1	F2	
A	30	30	60
B	35	30	65
C	45	30	75
D	20	20	40

Tabla 13: Tiempos de ciclos semafóricos Av. Guapdondelig y República

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

PLAN	F1	F2	
A	30	30	60
B	35	30	65
C	45	30	75
D	20	20	40

Tabla 14: Tiempos de ciclos semafóricos Av. Guapdondelig y Juan José Flores

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

PLAN	F1	F2	
A	30	30	60
B	35	30	65
C	45	30	75
D	20	20	40

Tabla 15: Tiempos de ciclos semafóricos Av. Guapdondelig y Eloy Alfaro

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas elaboradas, con la información proporcionada por la Empresa Pública de Movilidad EMOV EP, los tiempos de ciclos son iguales para todas las intersecciones a excepción de la intersección de la Av. González Suárez y Av. Guapdondelig. En las tablas anteriores se puede observar que: F1 y F2 son las fases semafóricas, las letras A, B, C, D, son los planes horarios y los números que se observa es el tiempo en segundos que tiene cada fase semafórica.

2.6.5.- Planes horarios

En los planes horarios se realizan distintas programaciones de acuerdo a las variaciones de los flujos vehiculares durante las 24 horas del día, esto quiere decir programaciones distintas de acuerdo a los días de mayor flujo vehicular o con base en las horas de mayor demanda, a continuación se muestra la programación actual, la cual es la misma para todas las intersecciones semaforizadas del área de influencia.

PLANES HORARIOS						
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
00:00:00 D	00:00:00 D	00:00:00 D	00:00:00 D	00:00:00 D	00:00:00 D	00:00:00 D
5:00:00 A	5:00:00 A	5:00:00 A	5:00:00 A	5:00:00 A	5:00:00 A	5:00:00 A
6:30:00 B	6:30:00 B	6:30:00 B	6:30:00 B	6:30:00 B	6:30:00 B	6:30:00 B
8:00:00 A	8:00:00 A	8:00:00 A	8:00:00 A	8:00:00 A	8:00:00 A	8:00:00 A
12:00:00 C	12:00:00 C	12:00:00 C	12:00:00 C	12:00:00 C	12:00:00 C	12:00:00 C
14:00:00 A	14:00:00 A	14:00:00 A	14:00:00 A	14:00:00 A	14:00:00 A	14:00:00 A
14:30:00 B	14:30:00 B	14:30:00 B	14:30:00 B	14:30:00 B	14:30:00 B	14:30:00 B
15:30:00 A	15:30:00 A	15:30:00 A	15:30:00 A	15:30:00 A	15:30:00 A	15:30:00 A
17:00:00 C	17:00:00 C	17:00:00 C	17:00:00 C	17:00:00 C	17:00:00 C	17:00:00 C
20:00:00 A	20:00:00 A	20:00:00 A	20:00:00 A	20:00:00 A	20:00:00 A	20:00:00 A
23:00:00 D	23:00:00 D	23:00:00 D	23:00:00 D	23:00:00 D	23:00:00 D	23:00:00 D
Añadir	Añadir	Añadir	Añadir	Añadir	Añadir	Añadir
Eliminar	Eliminar	Eliminar	Eliminar	Eliminar	Eliminar	Eliminar
Similar a	Similar a	Similar a	Similar a	Similar a	Similar a	Similar a

Tabla 16: Planes Horarios

Fuente: EMOV EP, elaboración propia.

2.6.6.- Problemática de las intersecciones semaforizadas aisladas

De la investigación realizada, de los estudios de campo, así como también de la información proporcionada por la Empresa Pública de Movilidad EMOV-EP, se obtiene que las intersecciones semaforizadas ubicadas en el área de estudio presentan los siguientes problemas:

- a) La planeación de tráfico en las intersecciones no se realiza de manera técnica.
- b) Falta de coordinación entre las intersecciones de la red vial.

CAPITULO 3: DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos van relacionados a la problemática del sector referente a:

La falta de gestión en los estacionamientos, ya que de acuerdo a los cuadros y resultados obtenidos se observa que el medio de transporte más utilizado es el vehículo privado con un porcentaje del 67%, de estos el 74% utilizan como parqueadero la vía pública y únicamente el 26% parqueaderos privados, esto ha generado problemas de congestión vehicular, saturación del viario, inconformidad en la ciudadanía por los constantes problemas que se generan a diario; todo esto producto de un sistema incorrecto de manejo de los estacionamientos ya que no necesariamente el problema de congestión se da por la falta de oferta sino por una ineficiente gestión de la demanda.

Intersecciones semaforizadas existentes en el área de estudio sin una adecuada planificación, las cuales se encuentran en la actualidad descoordinadas entre sí, con base en este estudio se han buscado estrategias y metodologías que sirvan para la integración de los sistemas existentes, ya que el avance de la tecnología permite la integración y centralización del sistema semafórico, estas características nos han permitido determinar las correcciones necesarias que se deben dar para que el sistema de semaforización funcione de manera adecuada, a través de estructuras actuales a la capacidad vial y demanda de tráfico, para establecer un mejoramiento en la movilidad del área de influencia del Mercado 12 de Abril; la planificación de cada una de las intersecciones semaforizadas ayudará a mitigar los tiempos de viajes producidos por vehículos los cuales realizan sus paradas en cada intersección semaforizada por la falta de coordinación entre las mismas.

Incumplimiento con la normativa establecida en el Reglamento Técnico Ecuatoriano para la Señalización Vial INEN-004, del levantamiento realizado a la señalización actual del área de influencia se determinó la falta de señalización vertical y horizontal, es decir no se establece prioridad de vías, los estacionamientos no se encuentran regulados, no existen cruces peatonales emplazados en el sector, lo que deja evidenciado la falta de seguridad vial que el equipamiento y su área de influencia brinda a los usuarios, con estos resultados se propone realizar señalización vertical y horizontal integral en las vías aledañas al mercado 12 de abril y su área de influencia, cumpliendo de esta manera las normativas existentes para el efecto.

CAPITULO 4: PROPUESTA PARA MITIGAR LA PROBLEMÁTICA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

La forma de mitigar los impactos negativos que tiene la operación de un equipamiento como es el Mercado 12 de Abril, se basa en lo siguiente:

1. Gestión de la oferta, contemplada como la adecuada distribución, redistribución de plazas de estacionamiento, así como la adecuada gestión del sistema vial local y sus infraestructuras de apoyo.
2. Gestión de la demanda, lograda a través de la implementación de tecnologías de la información en la gestión del sistema de estacionamiento y sistema semafórico.
3. Planificación del tráfico para intersecciones semaforizadas, en el cual se propone las pautas para el diseño, planificación y ejecución para realizar el estudio paso a paso de intersecciones semaforizadas.
4. Implementación de una propuesta de señalización Horizontal y Vertical en el área de influencia en el mercado 12 de abril, con lo cual se pretende brindar seguridad vial a los usuarios del equipamiento en estudio.

4.1.- Propuesta de ordenación y gestión del sistema de estacionamiento

Como medida de ordenación y regulación de los espacios de estacionamiento, por las características del equipamiento y tomando en consideración algunos aspectos relacionados con las políticas definidas por el Plan de Movilidad y Espacios Públicos realizado por la Municipalidad de Cuenca en el año 2016, se ha desarrollado una propuesta con la cual se logrará aumentar la oferta a 199 plazas de estacionamientos en el área inmediata al mercado 12 de Abril, así como también regular las plazas de estacionamiento.

4.1.1.- Reordenación del espacio público, reorganización y creación de nuevas áreas de estacionamiento

Con base en los requerimientos de acceso, de complementariedad entre modos de transporte y de distribución de plazas de estacionamiento que garanticen no solo facilidades para los visitantes si no a su vez permitan que las labores y actividades propias de quienes residen y laboran diariamente en el mercado se realicen en condiciones de orden y eficiencia, se han determinado los siguientes espacios para estacionamiento: estacionamiento preferente; estacionamiento regular; áreas de carga y descarga de mercancías (ANEXO 7); estacionamiento de bicicletas y triciclos.

La tipología de estacionamientos, así como la evaluación de los parámetros de rotación y ocupación realizados en la fase de diagnóstico, permiten determinar una nueva oferta de plazas de estacionamiento conforme la tabla N°8, en el ANEXO 8 se puede observar las plazas de estacionamiento propuesto.

Ubicación	No Plazas Regulares	No Plazas preferentes	No de plazas para bicicletas y triciclos
<i>Calle Eloy Alfaro</i>	34	4	10
<i>Calle Coronel Yerovi</i>	16	2	10
<i>Calle Padre Monroy</i>	20	2	0
<i>Calle Jaime Roldós</i>	20	2	0
<i>Av. Guapdongelig</i>	0	0	10
<i>Cacique Chamba</i>	18	2	0
<i>Octavio Díaz</i>	29	3	0
<i>Jijón y Camaño</i>	15	2	
TOTAL	152	17	30

Tabla 17: Distribución de plazas de estacionamiento propuestas

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de redistribución y definición de nuevos usuarios para el estacionamiento como son las personas con discapacidad y los usuarios de la bicicleta, generan un incremento de 30 plazas de estacionamiento adicionales, se define además áreas de carga y descarga, así como para depósitos y traslados de desechos que se ubican en la parte nor-este del mercado hacia la calle Padre Monroy, (ANEXO 7).

El área ubicada en la parte frontal del mercado 12 de Abril, hacia la Av. Guapdongelig que actualmente sirve para el estacionamiento desordenado, se proyecta como un área de embarque y desembarque de pasajeros tanto del servicio de transporte público, cuanto de aquellas personas que deseen ingresar o salir del mercado y tomar un taxi, una camioneta de transporte mixto o un vehículo particular.

Se ha considerado que para la ubicación de las plazas de estacionamiento se cumpla con lo establecido en el Reglamento Técnico Ecuatoriano 004 de Señalización Vial, en el cual se establece lo siguiente: *“Los estacionamientos deben ser demarcados con líneas blancas continuas con ancho de 100 mm, la longitud depende del ángulo utilizado, el ancho debe ser de 2,50m y 3,50m para estacionamientos de personas con discapacidades y movilidad reducida. **Esta demarcación en intersecciones debe iniciar y finalizar a 12,00 m del punto de intersección (PI),**”* cumpliendo esta norma técnica se logra que los vehículos no se estacionen cerca de las intersecciones, facilitando de esta manera la visibilidad de los conductores para entrar y salir en los cruces a nivel.

En el ANEXO 8 se muestra la propuesta de la distribución de las plazas de estacionamiento alrededor del mercado 12 de Abril.

4.2.- Propuestas para solucionar la problemática de las intersecciones semaforizadas del área de estudio.

Una vez determinado los problemas en las intersecciones semaforizadas ubicadas en el área de estudio del Mercado 12 de Abril, a continuación se detallarán las soluciones planteadas para mitigar los problemas antes descritos, con estas propuestas se mantendrá coordinación entre cada una de las intersecciones semaforizadas, disminuyendo el tiempo de viaje que se ocasionaba por paradas sucesivas en cada intersección semaforizada puesto que en el recorrido realizado se determinó que un vehículo se demora aproximadamente 7,5 minutos en atravesar la Av. Guapondelig, desde la González Suárez hasta la calle Eloy Alfaro, con la propuesta se pretende reducir dicho tiempo a 3,5 minutos.

4.2.1.- Planificación de tráfico para las intersecciones semaforizadas

A continuación, se realizará paso a paso la planificación de tráfico que se debe realizar para cada una de las intersecciones semaforizadas existentes en el área de estudio:

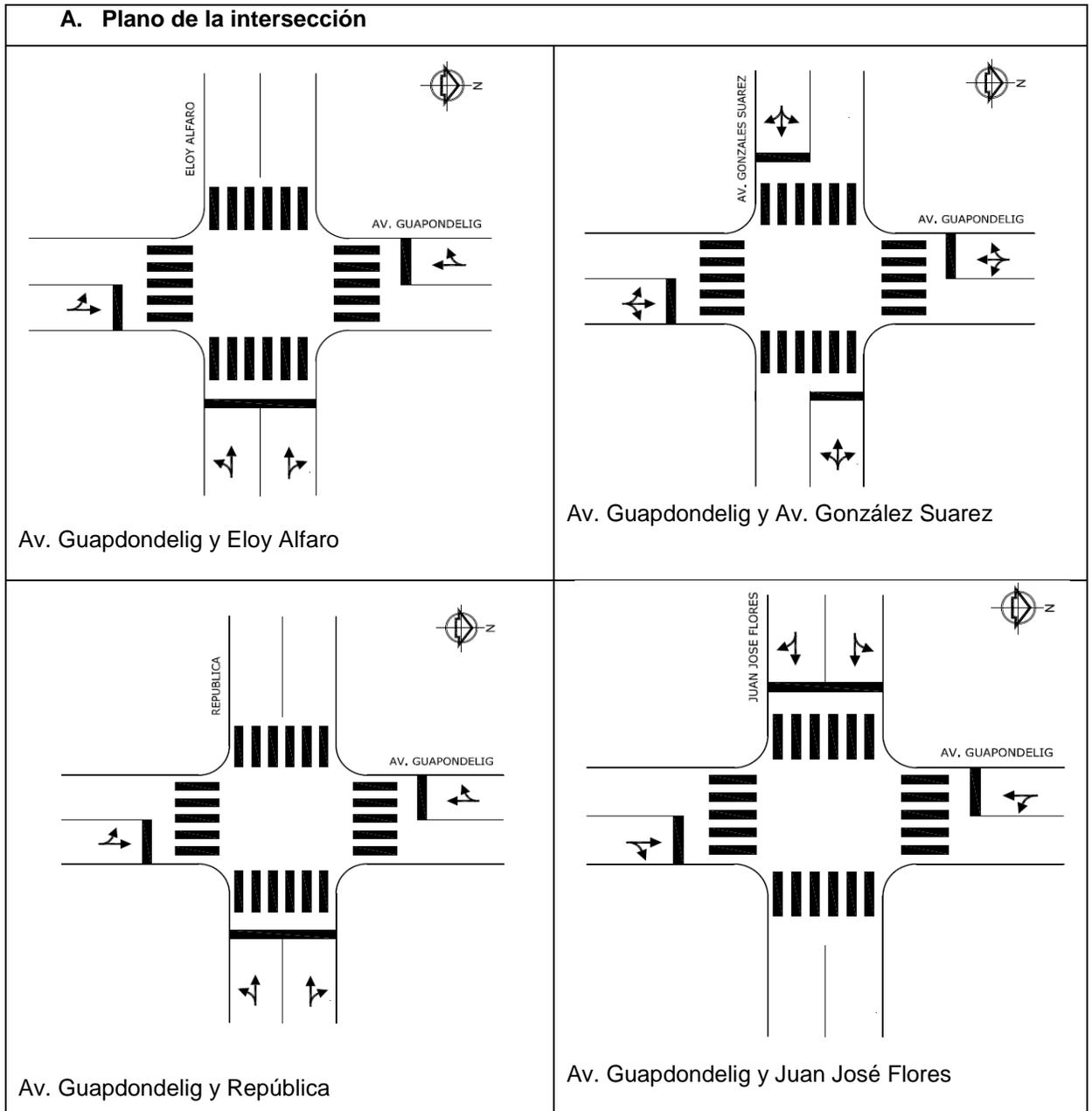


Figura N° 33: Intersecciones semafóricas

Fuente: Elaboración propia.

B. Diagrama de Flujos:

En el diagrama de flujos se indica el número de vehículos por hora que circulan en una determinada vía, con sus respectivos giros.

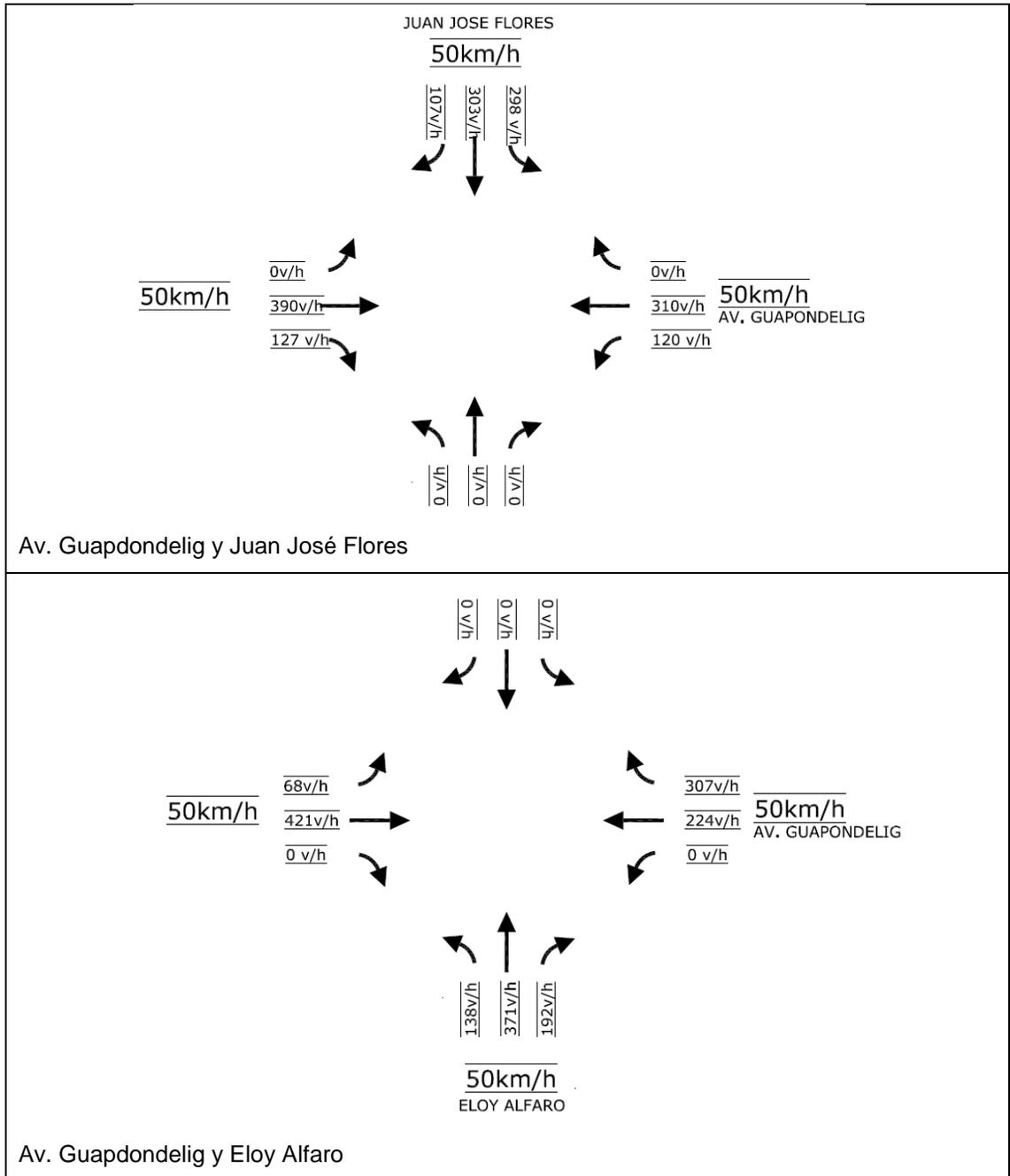


Figura N° 34: Diagrama de flujos

Fuente: Elaboración propia.

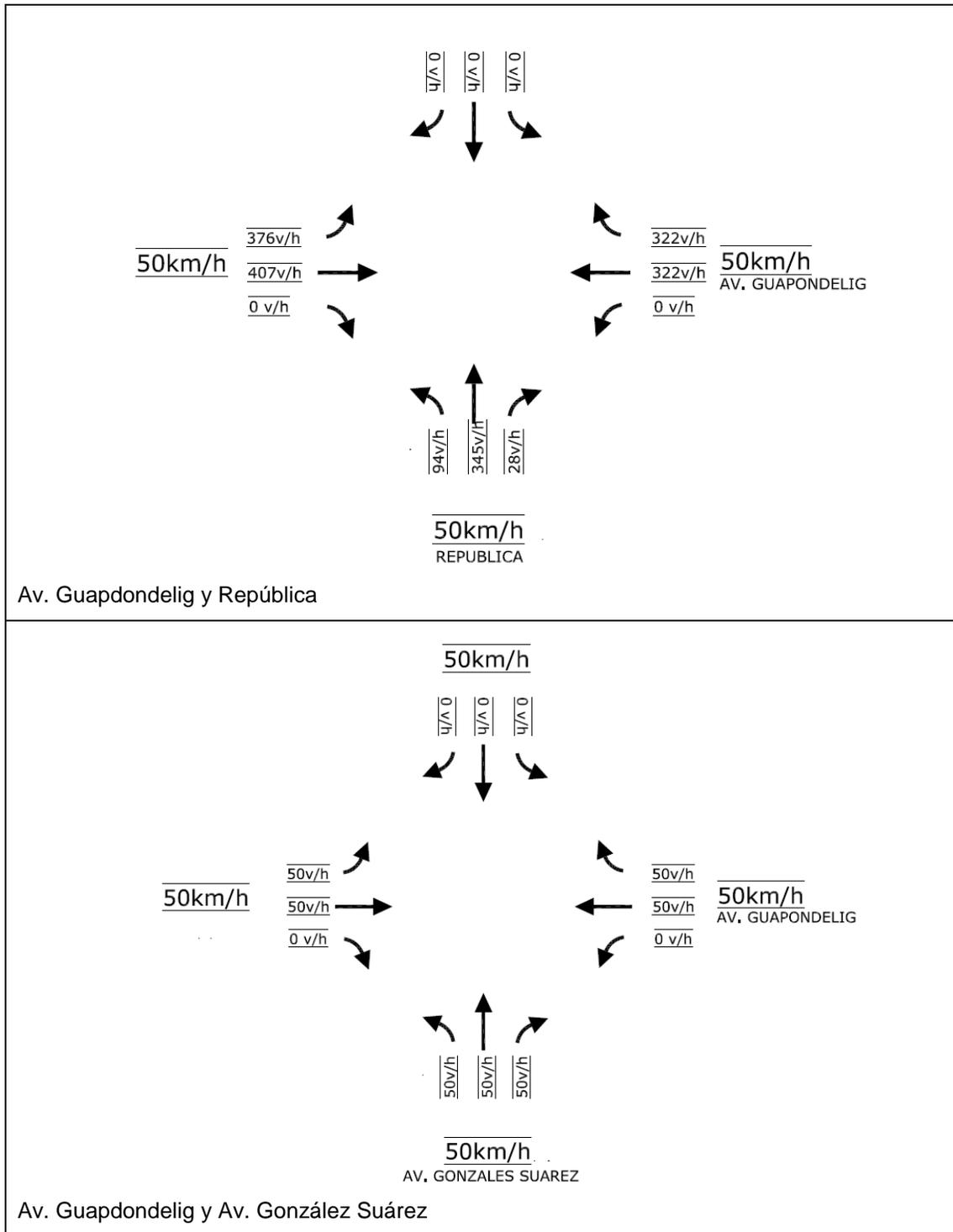


Figura N° 35: Diagrama de flujos

Fuente: Elaboración propia.

C. Determinación de puntos de conflicto:

Los puntos de conflicto son cruces de trayectorias que representan una posibilidad de accidente en las intersecciones.

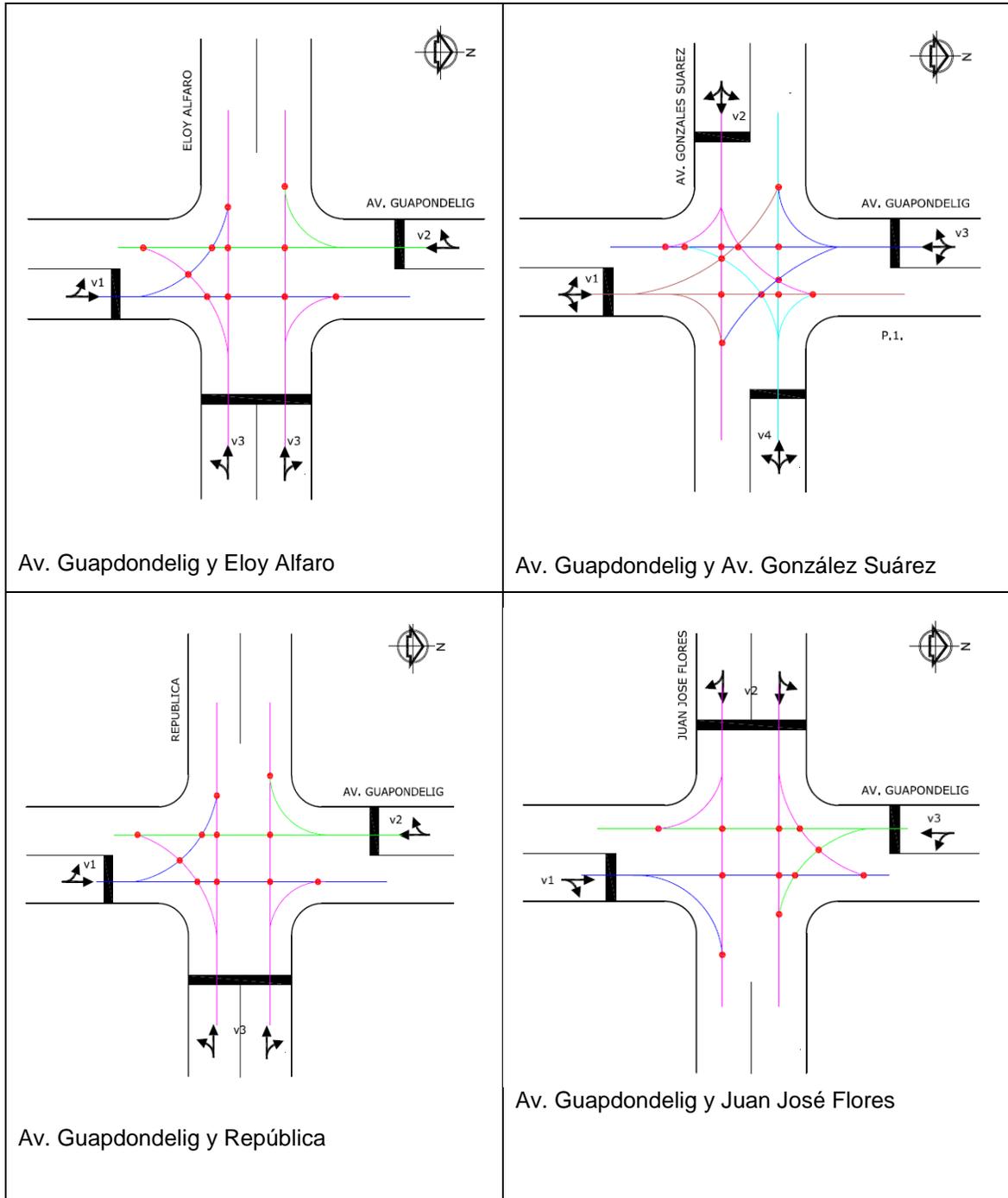


Figura N° 36: Puntos de conflicto

Fuente: Elaboración propia.

D. Determinación de tiempos de sobrepaso

La determinación de tiempos de sobrepaso se calcula en relación a la velocidad máxima de circulación en cada una de las vías, se puede indicar que el reglamento para la aplicación de la Ley Orgánica de Transito Transporte Terrestre y Seguridad Vial establece en su Art.191 que la velocidad máxima para vías urbanas es de 50km/h, será esta la velocidad tomada para el cálculo del tiempo de sobre paso, las tablas para dicho cálculo establecen que: (RILSA 1992)

Ts= 3sg para Vmax ≤ 30km/h

Ts= 5sg para Vmax ≥ 30km/h y ≤ 50km/h

Ts= 7sg para Vmax ≤ 50km/h y ≤ 70km/h (RILSA 1992)

Por lo descrito anteriormente el Tiempo de Sobrepaso (Tp) para las intersecciones del área de estudio es igual a 5sg, debido a que la Velocidad Máxima es 50km/h.

E. Determinación de tiempos intermedios.

Para la determinación de los tiempos intermedios se calcula el tiempo de salida, así como también el tiempo de entrada para cada intersección, es decir: *FORMULA* (RILSA 1992)

TIEMPO DE SALIDA	TIEMPO DE ENTRADA	TIEMPO INTERMEDIO
$t_{des} = \frac{d_0 + l_{veh}}{v_0}$	$t_{ent} = \frac{3.6 \times d_{ent}}{v_{ent}}$	$t_{im} = t_{sp} + t_{des} - t_{ent}$

DONDE:

- tdes= tiempo de salida
- do= distancia al punto de conflicto
- lveh= longitud del vehículo
- Vo= Velocidad de salida

DONDE:

- tent= tiempo de entrada
- dent= distancia de entrada
- Vo= Velocidad de salida

Se debe mencionar que las intersecciones semafóricas del área de estudio son aproximadamente iguales en lo que hace referencia a su geometría, y para lograr coordinación entre las misma el tiempo de ciclo debe ser igual en cada intersección, por lo descrito anteriormente los cálculos se realizan para la intersección, de mayor demanda.

Tiempo de Salida:

$$t_{des} = \frac{d_0 + l_{veh}}{v_0}$$

Caso 1:

$$t_{des} = (9+6)/13,89$$

$$t_{des} = 1,08sg$$

Caso 2:

$$t_{des} = (9,25+6)/13,89$$

$$t_{des} = 1,09sg$$

Tiempo de Entrada:

$$t_{ent} = \frac{3.6 \times d_{ent}}{v_{ent}}$$

Caso 1:

$$t_{ent} = (3,6 \times 5,75)/50$$

$$t_{ent} = 0,41sg$$

Caso 2:

$$t_{ent} = (3,6 \times 9)/50$$

$$t_{ent} = 0,64sg$$

Tiempo Intermedio:

$$t_{im} = t_{sp} + t_{des} - t_{ent}$$

Caso 1:

$$t_{im} = 5 + 1,08 - 0,41$$

$$t_{im} = 5,67sg \text{ (aproximación 6sg)}$$

Caso 2:

$$t_{im} = 5 + 1,09 - 0,64$$

$$t_{im} = 5,45sg \text{ (aproximación 6sg)}$$

F. Determinación de fases Semafóricas

Después del levantamiento y análisis de los flujos vehiculares se determinó las siguientes fases semafóricas:

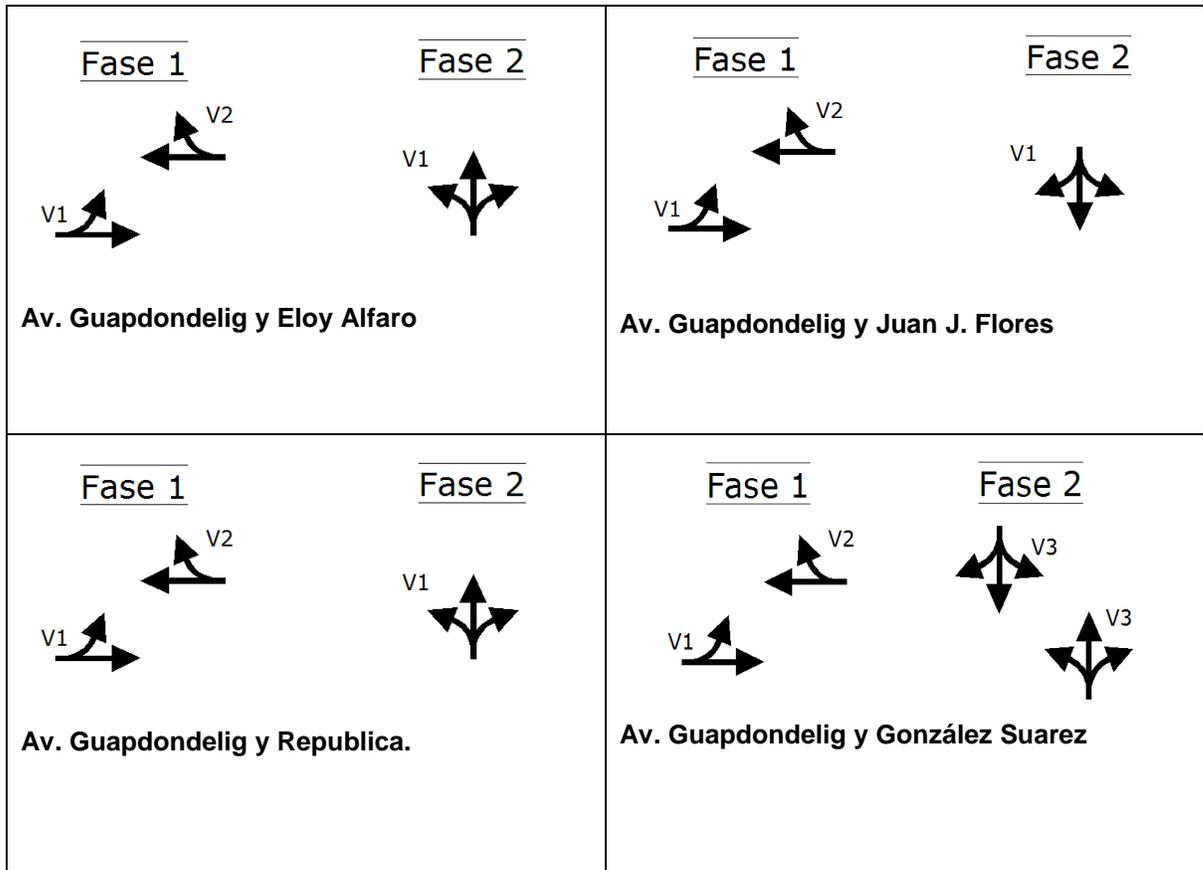


Figura N° 37: Fases semafóricas

Fuente: Elaboración propia.

G. Calculo de tiempos de ciclo

Como se indicó en el cálculo de tiempos intermedios, para lograr coordinación entre cada una de las intersecciones el tiempo de ciclo debe ser el mismo para cada una de las intersecciones.

En el cálculo se considera el flujo de saturación del carril más intenso $q_{sat} = 1800 \text{veh/h}$, de acuerdo a la nomenclatura de RILSA 1981, por lo tanto tendremos: *FORMULA:* (RILSA 1992)

$$t_c = \frac{(1.5 \times \sum_{i=1}^p t_{im\ rel}) + 5}{1 - \sum_{i=1}^p \frac{q_{max\ i}}{q_{sat\ i}}}$$

DONDE:

- tc=** Tiempo de ciclo
- tim rel=** Tiempos intermedios relevantes
- p=** cantidad de fases
- qmax=** flujo de tránsito carril más intenso
- qsat=** flujo de saturación carril más intenso

$$tc = ((1,5 * 12) + 5) / ((1) - (1232 / 1800))$$

tc= 72,89sg aproximación a 75sg.

H. Determinación de tiempo de verde mínimo.

Se considera tiempo de verde al tiempo máximo que la intersección mantendrá el verde en cada sentido de circulación, para las intersecciones del área de estudio son los siguientes y se calculan con la siguiente fórmula: *FORMULA:* (RILSA 1992)

$$t_{v,i} = \frac{t_{c,sel} - \sum t_{im,f}}{\sum \frac{q_{rel,i}}{q_{sat,i}}} \times \frac{q_{rel,i}}{q_{sat,i}}$$

DONDE:

- tv.i=** Tiempo de verde
- tc sel=** Tiempo de ciclo seleccionado
- tim f=** Tiempo intermedio entre fases
- qrel i=** Flujo de tráfico de carril relevante
- qsat i=** Flujo de saturación de carril relevante

qrel i1= 531 vh/h

qrel i2= 701 vh/h

$$tv\ i1 = ((75 - 12) / (1232 / 1800)) * (531 / 1800)$$

tv1= 27,15 sg (aproximación 30)

$$tv\ i2 = ((75 - 12) / (1232 / 1800)) * (701 / 1800)$$

tv2= 35,85 sg (aproximación 40)

I. Datos finales para la programación semafórica

DATOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR		
Tiempo de Verde 1	29	Segundos
Tiempo de Sobrepaso	3	Segundos
Tiempo de todo rojo	1	Segundos
Tiempo de Verde 2	38	Segundos
Tiempo de Sobrepaso	3	Segundos
Tiempo de todo rojo	1	Segundos
Tiempo de ciclo	75	Segundos

Tabla 18: Datos para programación

Fuente: Elaboración propia.

J. Planes diarios

Los planes diarios corresponde al tiempo de ciclo calculado para distintas horas del día de acuerdo a los flujos vehiculares y al nivel de saturación de las intersecciones en estudio, para este análisis se realizó conteos de flujos durante todo un día, según como se muestra en el ANEXO 5, se debe mencionar que dicho cálculo se realiza para la intersección más conflictiva, esto es con la finalidad de poder mantener la coordinación entre las intersecciones semafóricas, a continuación se detalla la programación para las horas pico así como para las horas valle, las horas en las que se considerará para el diseño de nuevos planes semafóricos son: dos horas en la mañana (7:00-8:00 y 11:45-14:45) y dos horas en la tarde (14:30-15:30 y 17:00-18:00), por lo tanto se tiene que calcular el tiempo de ciclo, así como también el tiempo mínimo de verde para cada fase, para estos cálculos se aplicarán las fórmulas de los literales "G" y "H", con lo cual se obtendrá: *FORMULA: (RILSA 1992)*

HORA 7:00 a 8:00

$$tc = ((1,5 \cdot 12) + 5) / ((1) - (528/1800))$$

$$tc = (23) / (0,71)$$

tc= 32,55 sg aproximación a 40sg.

$$tv_{i1} = ((40 - 12) / (528/1800)) * (275/1800)$$

tvi1= 15,10 sg (aproximación 20)

$$tv_{i2} = ((40 - 12) / (528/1800)) * (253/1800)$$

tvi2= 13,89 sg (aproximación 20)

- **HORA 11:30 a 12:30**

$$tc = ((1,5 \cdot 12) + 5) / ((1) - (1236/1800))$$

$$tc = (23) / (0,32)$$

tc= 73,4sg aproximación a 75sg.

$$tv_{i1} = ((50 - 12) / (1232/1800)) * (531/1800)$$

tvi1= 27,15 sg (aproximación 30)

$$tv_{i2} = ((50 - 12) / (1232/1800)) * (701/1800)$$

tvi2= 35,85 sg (aproximación 40)

- **HORA 14:00 a 15:00**

$$tc = ((1,5 \cdot 12) + 5) / ((1) - (980/1800))$$

$$tc = (23) / (0,45)$$

tc= 50,49 sg aproximación a 60sg.

$$tv_{i1} = ((60 - 12) / (980/1800)) * (470/1800)$$

tvi1= 23,02 sg (aproximación 25)

$$tv_{i2} = ((60 - 12) / (980/1800)) * (510/1800)$$

tvi2= 24,97 sg (aproximación 25)

- **HORA 17:00 a 18:00**

$$tc = ((1,5 \cdot 12) + 5) / ((1) - (370/1800))$$

$$tc = (23) / (0,79)$$

tc= 28,95 sg aproximación a 35sg.

$$tv_{i1} = ((35 - 12) / (370/1800)) * (192/1800)$$

tvi1= 11,94 sg (aproximación 15)

$$tv_{i2} = ((35 - 12) / (370/1800)) * (178/1800)$$

tvi2= 11,06 sg (aproximación 15)

DATOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE 7:00 A 8:00		
Tiempo de Verde 1	17	segundos
Tiempo de Sobrepaso	3	segundos
Tiempo de rojo	1	segundos
Tiempo de Verde 1	15	segundos
Tiempo de Sobrepaso	3	segundos
Tiempo de rojo	1	segundos
Tiempo de ciclo	40	segundos

Tabla 19: Datos para programación

Fuente: Elaboración propia.

DATOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE 11:30 A 12:30		
Tiempo de Verde 1	29	segundos
Tiempo de Sobrepaso	3	segundos
Tiempo de rojo	1	segundos
Tiempo de Verde 1	38	segundos
Tiempo de Sobrepaso	3	segundos
Tiempo de rojo	1	segundos
Tiempo de ciclo	75	segundos

Tabla 20: Datos para programación

Fuente: Elaboración propia.

DATOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE 14:00 A 15:00		
Tiempo de Verde 1	26	segundos
Tiempo de Sobrepaso	3	segundos
Tiempo de rojo	1	segundos
Tiempo de Verde 1	26	segundos
Tiempo de Sobrepaso	3	segundos
Tiempo de rojo	1	segundos
Tiempo de ciclo	60	segundos

Tabla 21: Datos para programación

Fuente: Elaboración propia.

DATOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE 17:00 A 18:00		
Tiempo de Verde 1	14	segundos
Tiempo de Sobrepasso	3	segundos
Tiempo de rojo	1	segundos
Tiempo de Verde 1	13	segundos
Tiempo de Sobrepasso	3	segundos
Tiempo de rojo	1	segundos
Tiempo de ciclo	35	segundos

Tabla 22: Datos para programación

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.-Propuesta para la coordinación de las intersecciones semaforicas del área de estudio

Después del diagnóstico realizado y del análisis de la información de la Empresa Pública de Movilidad EMOV EP, con lo cual se obtuvo como resultado que el mayor problema para mantener la coordinación entre las intersecciones semaforizadas aisladas, es que, el RELOJ de los Controladores de Tráfico (GOIA) se desiguala con facilidad, motivo por el cual el personal encargado del mantenimiento de las intersecciones semaforizadas aisladas, están obligados a realizar recorridos diarios por cada una de las 180 intersecciones semaforizadas aisladas que mantiene la ciudad de Cuenca, lo cual es operativamente imposible realizarlo, con estos antecedentes se realizaron las siguientes propuestas:

A. Instalación de dispositivos GPS

El proceso de sincronización manual de los Controladores de Tráfico (GOIA) implementados es un procedimiento lento el cual demanda de personal calificado, además este debe ser realizado de manera constante, de esto depende el correcto funcionamiento de las "Olas verdes", para realizar la labor de sincronización se necesita una misma base de tiempo para todas las tarjetas, este valor se lo obtendrá a través de un módulo GPS, asegurando de esta manera que todos los semáforos usen el mismo reloj de referencia para poder realizar los desfases, ya que los módulos GPS son dispositivos diseñados para estar siempre sincronizados con un mismo reloj maestro, razón por la cual se propone la instalación de MÓDULOS GPS PARA SINCRONISMO AISLADO MGPS, estos módulos GPS constan de una antena, GPS con

conector de semi-precisión para alta frecuencia denominados SMA, tienen un pulsante para realizar la acción en cualquier hora del día, el dispositivo tiene LEDs indicadores de funcionamiento y ON/OFF, con la instalación de estos dispositivos electrónicos en cada uno de los controladores de las intersecciones semaforizadas se podrá mantener los relojes igualados de manera remota.

B. Interconexión entre las intersecciones semaforizadas

Del análisis en cada una de las intersecciones semaforizadas se pudo constatar que las mismas funcionan de manera independiente, esto quiere decir que cada intersección tiene instalada un regulador de tráfico (GOIA, empresa constructora de los controladores de tráfico), de cuatro grupos semaforicos, la presente propuesta va enfocada al análisis de la viabilidad para instalar un solo controlador de tráfico de 16 grupos semaforicos, con lo cual se podrá mantener la coordinación de las intersecciones semaforizadas, debido a que cada una de las instalaciones se realizarán en una sola caja de control.

A continuación se detallan los trabajos que se deberían ejecutar en las intersecciones semaforizadas del área de estudio.

1. Para realizar la interconexión de las intersecciones semaforizadas se tiene que realizar tendido de cable entre cada uno de las intersecciones semaforizadas, de la inspección de campo se puede observar que las intersecciones se encuentran alineadas (Figura N:36) lo cual facilita el tendido de 400 metros lineales de cable necesarios para la interconexión, es necesario mencionar que en dichos trabajos no se necesita realizar ductos para el soterramiento de cables, ya que el cableado en dicha área de estudio es aéreo, en el análisis se designa la ubicación del controlador en las calles Av. Guapdongelig y República.
2. Solicitar a la empresa Electrónica GOIA, la factibilidad de construcción de un controlador de tráfico de 16 grupos, con lo cual se podrá conectar las distintas fases semaforicas de cada una de las intersecciones.
3. Se mantendrá los controladores existentes en cada una de las intersecciones semaforicas, esto con la finalidad de que por algún motivo falle el controlador principal (16 grupos), al no tener los controladores de respaldo, las 4 intersecciones del área de estudio dejarían de funcionar, mientras que si mantenemos los controladores en cada intersección las mismas podrían funcionar de manera independiente, hasta solucionar cualquier tipo de percance o daño en el controlador principal.

4.2.2.1 Análisis económico entre la propuesta de instalación de dispositivos GPS y la interconexión entre las intersecciones semaforizadas

Con lo descrito en los literales A y B, podemos realizar un análisis comparativo económico de las propuestas para solucionar el problema de falta de coordinación en las intersecciones semaforizadas del área de influencia del Mercado 12 de Abril, este análisis dará como resultado una propuesta para la solución del problema, a continuación se muestra la tabla de cantidades para cada uno de los sistemas propuestos:

INTERCONEXIÓN DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	Cable Eléctrico AWG	ml	400	10	4000,00
2	Controlador de Trafico 16 grupos	uni.	1	8000	8000,00
3	Cable Plástiplo	ml	20	1,5	30,00
4	Mano de obra	uni.	3	30	90,00
<u>PRESUPUESTO REFERENCIAL</u>					<u>\$ 12120,00</u>

INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS GPS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	Tarjeta Electrónica GPS	uni.	4	2000	8000,00
2	Mano de obra	uni.	2	30	60,00
<u>PRESUPUESTO REFERENCIAL</u>					<u>\$ 8060,00</u>

Tabla 23: Presupuesto referencial

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de ejecución para la implementación de cada una de las propuestas es de un día laborable de 8 horas de trabajo, es decir el tiempo de trabajo para cada propuesta es aproximadamente el mismo.

Como se puede observar en las tablas anteriores el presupuesto referencial de la instalación de dispositivos GPS es menos costoso que al realizar una interconexión entre las intersecciones semaforizadas, razón por la cual es el sistema que se recomienda a implementar para lograr coordinación entre las intersecciones semaforizadas del área de estudio.

4.3.- Propuesta de Señalización.

Del levantamiento realizado (ANEXO 9) se observó que la señalización en el sector incumple el Reglamento Técnico Ecuatoriano de Señalización Vial INEN 004, así como también la Ordenanza que regula el uso y ocupación del suelo en el Cantón Cuenca, razón por la cual se realiza una propuesta integral de señalización Vertical (ANEXO 10), y señalización Horizontal (ANEXO 10), lo cual ayudará a mejorar la seguridad vial en el área de estudio, ya que se delimitarán cruces peatonales, zonas de estacionamiento permitido y restringido, preferencia y direccionalidad de vías.

4.3.1.- Señalización Vertical.

A continuación se detalla de manera general los criterios que se consideraran para la ubicación de las principales señales que formarán parte de la propuesta de señalización vertical:

Señales regulatorias: son las que informan a los usuarios de las vías las prioridades de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, cuyo cumplimiento es de manera obligatoria, razón por la cual a este grupo de señales se les denomina regulatorias y se les designa con la letra "R", para la determinación de las dimensiones de las señales, se aplicará la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 004 de señalización vial, la misma establece que para vías con límite máximo de velocidad de 50km/h se utilizarán señales de 60cm*60cm, la altura mínima libre entre la proyección de la vereda y el lado más bajo será 2m, la propuesta de señalización vertical se muestra en el ANEXO 10, con esta propuesta se logrará la regulación de los estacionamientos, tanto permitidos como prohibidos, se indicará la principalidad de vías, así como, también la direccionalidad de las mismas.

En cuanto a las paradas de transporte público se propone la reubicación de la parada de bus que está ubicada a 15m de la intersección de la Av. Guapondelig y Eloy Alfaro, la propuesta es reubicar sobre la calle Eloy Alfaro y Octavio Díaz, como se muestra a continuación:

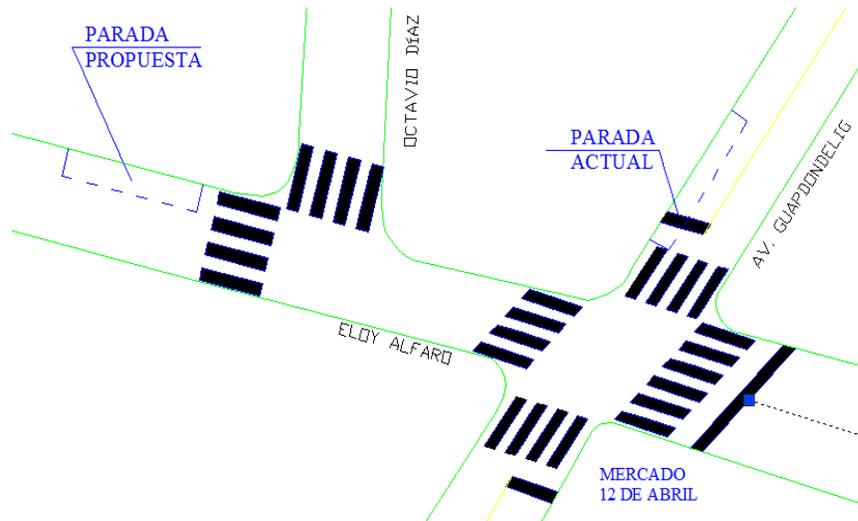


Figura N° 38: Reubicación de para de Bus

Fuente: Elaboración propia.

Con esta reubicación de la parada de Bus, se logrará que los vehículos que circulan por la Av. Guapdondelig, únicamente realicen sus paradas cuando la intersección semaforizada cambie a rojo, es decir, el tráfico no se detendrá en este sector por parada del transporte público.

4.3.2.- Señalización Horizontal.

La señalización horizontal está constituida por marcas viales y delineadores, que tienen como función complementar las señales verticales o informaciones de otros dispositivos de tránsito.

Los colores de las señales horizontales se definen según el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN-004, en el presente proyecto y cumpliendo con la normativa antes mencionada, así como también con la ORDENANZA QUE REGULA Y CONTROLA LA OCUPACIÓN DE LAS VÍAS PÚBLICAS POR LOS VEHÍCULOS MOTORIZADOS DENTRO DEL CANTÓN CUENCA Y EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ESTACIONAMIENTO ROTATIVO TARIFADO Y PARQUEO INDEBIDO, establece que:

Artículo 12.- Se considerarán zonas de prohibido estacionamiento, aquellas que para garantizar la seguridad vial, el orden y el cuidado de los bienes públicos, y la apropiada circulación de peatones, ciclistas y vehículos motorizados, estén señalizadas como tales vertical y horizontalmente, conforme a la planificación municipal.

Artículo 13.- Está prohibido estacionar cualquier tipo de vehículo automotor en los siguientes lugares:

- a) A una distancia menor de 6 metros de las bocacalles y de los hidrantes, así como en los espacios destinados a las paradas de transporte público y comercial, sobre las aceras, parques, plazas, áreas de margen de ríos, jardines, parterres, zonas de seguridad, rampas de acceso para ciclistas, y lugares de ingreso a los parqueaderos privados o públicos que hayan sido autorizados y debidamente señalizados; y las demás establecidas en las Leyes y Reglamentos pertinentes.*

Por lo descrito anteriormente, y en cumplimiento de la Ordenanza antes descrita, se restringe el estacionamiento en las vías por las cuales circula el transporte público, en el ANEXO 11, se indica la señalización horizontal propuesta.

Con la propuesta de señalización horizontal se brinda seguridad vial a los usuarios de área de estudio, ya que se delimitaran zonas de cruces peatonales, zonas de estacionamientos permitidos y prohibidos, logrando con este último que el flujo vehicular no tenga interrupciones en las vías de mayor demanda, ya que en las mismas el estacionamiento se restringe en cumplimiento a la Ordenanza Municipal.

CONCLUSIÓN

La investigación realizada en torno a los efectos que el tráfico vehicular generada en las inmediaciones del Mercado 12 de Abril, deja en evidencia aspectos fundamentales tales como:

La relación entre el uso del suelo y las demandas de transporte de los usuarios directos de un determinado equipamiento fijan el grado de motorización de los patrones de viaje, a mayor tamaño o cobertura del equipamiento, mayor es la dependencia motorizada para acceder a él, en el análisis realizado se indica que los usuarios del equipamiento en estudio utilizan en un 67% como medio de transporte vehículo propio, el 14 % utilizan transporte público, de los cuales el 74% de los usuarios dejan su vehículo estacionado en las calles aledañas del sector, y el 26% en parqueadero público, razón por la cual, las plazas de estacionamiento no abastecen la demanda existente.

La deficiente gestión de las plazas de estacionamiento ha generado, especulación en el uso de los espacios disponibles en la vía, el tráfico de agitación en busca de una plaza de estacionamiento, ha influido en la operación del eje vial principal del sector, Av. Guapdondelig.

La distribución del tráfico vehicular que circula desde vías locales hacia la Av. Guapdondelig, ha generado la implantación de intersecciones semaforicas de manera poco planificada, logrando la ubicación de un semáforo cada 80 metros en promedio, dicha distribución de elementos de gestión de tráfico ha producido tiempos de demora en la circulación vehicular, debido a la falta de sincronización de las intersecciones semaforizadas.

La señalización Horizontal y Vertical en el área de influencia es muy limitada, la cual incumple la normativa técnica Ecuatoriana INEN-004, como se indica en el ANEXO 9, en el cual se realizó un levantamiento integral de la situación actual, observando la inseguridad peatonal y vehicular que tiene el área de influencia del sector en estudio.

Por lo antes descrito, y una vez que se tiene claro la problemática actual, el presente trabajo investigativo está enfocado en generar alternativas las cuales ayudarán a mitigar los principales problemas del sector en estudio y su área de influencia, las cuales son:

Propuesta de señalización horizontal y vertical, la cual cumpla con el Reglamento Técnico Ecuatoriano de Señalización Vial INEN-004, así como con la Ordenanza que regula la Ocupación del Suelo en el Cantón Cuenca, de esta manera se propone mejorar la seguridad vial de los usuarios del sector ya que se incrementarán los cruces peatonales del sector, en la actualidad existe únicamente cuatro intersecciones con cruces peatonales, con la propuesta se ubicaran cruces peatonales en 20 intersecciones, brindando de esta manera seguridad vial a los usuarios del sector.

Propuesta de planificación de tráfico para intersecciones semaforizadas, así como también instalación de dispositivos GPS en los controladores de tráfico, con lo cual se mantendrá coordinación entre las intersecciones semaforizadas del área de estudio, de esta forma se disminuirá el tiempo de recorrido que realiza un vehículo sobre la av. Guapondelig, desde la González Suárez hasta la calle Eloy Alfaro, actualmente el tiempo de recorrido es 7,5 minutos y con la propuesta se logra que dicho recorrida a 3,5 minutos.

Propuesta para la gestión de los estacionamientos, con lo cual se designará y se redistribuirá las áreas destinadas para estacionamientos permitidos, estacionamientos restringidos, estacionamientos de carga y descarga, estacionamientos para personas con discapacidad, se buscará que desde el punto de vista técnico, económico y urbanístico, sea el más favorable para solucionar la problemática que generan los equipamientos de comercialización de productos de consumo masivo, en la actualidad existen 90 plazas de estacionamiento, con la propuesta se lograra 199 plazas de estacionamiento destinadas para los usuarios del mercado 12 de abril y su área de influencia.

Bibliografía

Bull, A. (2003). *Congestión del Tránsito*. Santiago de Chile: GTZ.

Dirección General de Ordenación del Territorio. (s.f.). Manual de estudio de Ingeniería de Tránsito. México: SEDESOL.

Garber, N. J. (2005). *Ingeniería de Tránsito y carreteras*. México: Thompson.

H., L. E. (1976). *Ingeniería de Tránsito*. Santiago de Chile.

Hudeil, S. N. (2010). *Apuntes de Ingeniería de Tránsito*.

Bañon Blázquez Luis, José Bevía García (2010). Manual de Carreteras.

Secretaría General de Hidrocarburos (2014). Estadística Hidrocarburífera Derivados. Gobierno Nacional del Ecuador.

Corporación Andina de Fomento, Alcaldía de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia (2012). Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá DC.

Cañavate José Luis (2015). PLAN DE MOVILIDAD Y ESPACIOS PÚBLICOS DE CUENCA. GAD Municipal del cantón Cuenca.

Reforma, Actualización, Complementación y Codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca (2003) GAD Municipal del cantón Cuenca.

Transit Capacity and Quality of Service Manual. Transit Cooperative Research Program Web Document No. 6. TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1999.

INEN (2012), Reglamento Ecuatoriano de Normalización INEN RTE 004 Señalización Vial.

ANEXOS

- ANEXO 1: ENCUESTAS Y BOLETAS
- ANEXO 2: ANÁLISIS DE ENCUESTA
- ANEXO 3: PUNTOS DE RECURRENCIA DE ACCIDENTES
- ANEXO 4: ANÁLISIS DE ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN
- ANEXO 5: ANÁLISIS DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO
- ANEXO 6: PROPUESTA DE ESTACIONAMIENTO CARGA Y DESCARGA
- ANEXO 7: PROPUESTA GENERAL DE PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO
- ANEXO 8: SEÑALIZACIÓN VERTICAL ACTUAL
- ANEXO 9: PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL
- ANEXO 10: PROPUESTA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL